



Mika Junttila

LANGATTOMAN RADIOLINKIN KÄYTTÖÖNOTTO PROFIBUS-VÄYLÄÄN

LANGATTOMAN RADIOLINKIN KÄYTTÖÖNOTTO PROFIBUS -VÄYLÄÄN

Mika Junttila
Opinnäytetyö
Syksy 2011
Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO	5
2 TEORIA	7
2.1 Langattoman tiedonsiirron historiaa	7
2.2 Langattomuus automaatiotekniikassa	8
2.3 Langattoman tiedonsiirron haitat	11
3 LAITTEISTO	12
3.1 PILOT-prosessi	12
3.2 Siemens Simatic PCS7	13
3.3 DATAEAGLE – langaton radiolinkki	17
3.4 DE3703 tekniset spesifikaatiot	22
3.5 Tietoturva	28
4 TYÖN SUORITUS	29
4.1 Sovelluksen ohjelmointi ja järjestelmän testaus	35
4.2 Ohjelmointi CFC-, SFC- ja WinCC-ympäristöjä käyttäen	40
5 YHTEENVETO	45
LÄHTEET	47

OULUN SEUDUN AMMATTIKORKEAKOULU TIIVISTELMÄ

Koulutusohjelma	Opinnäytetyö	Sivuja	+	Liitteitä
Automaatiotekniikan koulutusohjelma		48	+	0
Suuntautumisvaihtoehto	Aika			
Automaatio	Syksy 2011			
Työn tilaaja	Työn tekijä			
Oulun Seudun ammattikorkeakoulu	Mika Junttila			
Työn nimi				
Langattoman radiolinkin käyttöönotto ProfiBus – väylään				
Avainsanat				
DataEagle, ProfiBus, langaton, radiolinkki				

Oulun Seudun ammattikorkeakoulun automaatiolaboratoriossa sijaitseva PILOT-prosessi on tiivistetty esimerkkiprosessi joka kuvaa virvoitusjuomatehtaan osaprosesseja. PILOT on perinteinen automaatiojärjestelmä, jonka ohjaus on toteutettu Siemens Simatic PCS7 - automaatiojärjestelmällä. Tämän järjestelmän toimilaitteet kuten taajuusmuuttajat sekä I/O-laajennus on liitetty ProfiBus DP -väylään. Osa tästä väylästä muutettiin väylästä langattomaksi toteutukseksi käyttäen Schildknecht AG:n markkinoille tuomaa DATAEAGLE DE3703 -radiolinkkiä

Työ käsittelee langattoman väyläsovelluksen asentamista ja käyttöönottoa ProfiBus DP -väylään. Työn teoriaosassa myös käsitellään yleisemmin langatonta tekniikkaa niin yleisestä kuin teollisuudenkin näkökulmasta.

1 JOHDANTO

Nykyaikainen monimuotoinen teollisuus asettaa korkeat laatu- ja muunneltavuustavoitteet myös prosesseja hallitseville automaatiojärjestelmille. Maailmanlaajuisesti valtaosa järjestelmistä rakentuu automaatioväyläpohjaiselle ratkaisulle. Väylän tehokkuus, korkea käytettävyyssaste ja omalta osaltaan monimuotoiset prosessisovellukset erilaisissa ympäristöissä luovat käytettävälle tekniikalle uusia haasteita sekä vaativat järjestelmien nopeuden lisäksi myös niiden muunneltavuutta. Useissa tapauksissa automaatioväylää joudutaan kaapeloimaan pitkiäkin matkoja, mikä taas tarkoittaa komponenttien, esimerkiksi toistimien määrän kasvua ja näin ollen kustannusten lisääntymistä. Toisissa tapauksissa data joudutaan välittämään pyörivien tai liikkuvien komponenttien läpi, esimerkiksi tuulivoimalan pyörivältä roottorilta tai automatisoitujen varastojen kuljettimilta prosessiasemalle. Kustannusten aiheuttaessa voittoon pyrkivälle organisaatiolle ylimääräisiä kuluja on markkinoille lanseerattu perinteisen automaatioväylän rinnalle uusi langaton vaihtoehto, joka hiljalleen alkaa vallata koko teollisuuden alaa ja johon kehitetään jatkuvasti uusia sovelluksia. Käyttökohteet ovat edellä mainitulla monimuotoiset aina pitkien matkojen datansiirrosta liukurenkaiden korvaamiseen sekä asennusteknisesti vaativien, jopa mahdottomien alueiden automatisointiin.

Oulun seudun ammattikorkeakoulun automaatiolaboratoriossa sijaitseva PILOT-järjestelmä on opetuskäyttöön tarkoitettu kompakti osaprosessi, jonka käsittelykohteena on vesi. Prosessi simuloi virvoitusjuomatehtaan osaprosessia, jossa nesteen lämpötilaa, väriä ja varastointia muutetaan. Keskeisinä osa-alueina käsitellään värin lisäystä, prosessoitavan nesteen lämmitystä, pinnankorkeuden hallintaa, virtauksen voimakkuutta sekä varastosäiliön sekoitusta. PILOT-prosessi on erinomaisesti tiivistetty esimerkki teollisuudessa yleisesti käytetyistä nesteiden manipulointimenetelmistä.

Työn tarkoituksena on muuttaa osa edellä kuvaillun vesiprosessin automaatioväylästä langattomaan ratkaisuun, käyttöönottaa uusi kokonaisuus sekä ohjelmoida PILOT-prosessin laitteistoa hyväksi käyttäen sovellus Siemens SIMATIC PCS7 -automaatiojärjestelmään. Työn tilaajana toimi Oulun seudun ammattikorkeakoulu.

2 TEORIA

2.1 Langattoman tiedonsiirron historiaa

Langattoman tiedonsiirron historia ulottuu jo esihistorialliselle aikakaudelle, jolloin pitkien ja huonokulkuisten välimatkojen takia oivalettiin käyttää visuaalisia merkkejä, peilejä, savua ja tulta apuvälineinä erinäisten viestien välittämiseen. 1800-luvulla langaton tiedonsiirto koki ensimmäisen jättiharppauksensa, kun skotlantilainen fyysikko James Clerk Maxwell (1831–1879) julkaisi teorian, jonka mukaan valo on yksi sähkömagneettisen aaltoliikkeen muoto. Tämä teoria loi pohjan monille tutkijoille ja fyysikoille, muun muassa Heinrich Hertzille, Guglielmo Marconille sekä Nikola Teslalle. Tämän teorian olettamuksille he perustivat tulevan työnsä. Heistä kahta viimeistä pidettiin vaihtelevasti radiotekniikan kehittäjinä, kunnes vuonna 1943 Yhdysvallat myönsi radion, jota tällöin kutsuttiin vielä lennättimeksi, patenttioikeuden takaisin Teslalle. (Wikipedia, Langattoman tiedonsiirron historia.)

Kohereerin sekä seuraajansa elektroniputken jälkeen kehitetyt puolijohdekomponentit transistori ja diodi avasivat ovet elektroniikan maailmassa aivan uudenvälisiin mahdollisuuksiin. Langaton tiedonsiirto ei ollut tässäkään tapauksessa poikkeus. Edellä mainitut komponentit mahdollistivat ensimmäisen mikropiirin rakentamisen vuonna 1960, jonka jälkeen kehitys on lähtenyt huimaan nousuun, joka jatkuu yhä edelleenkin. Komponenttien pienentyessä ja niiden siirtokapasiteetin kasvaessa tiedonsiirron, myös langattoman, sovelluskohteet ovat lähes rajattomat. Perinteisesti langatonta tiedonsiirtoa on sovellettu ihmisten välisiin pitkien matkojen kommunikointiin: radioihin, puhelimiin, antennitelevisioihin sekä muihin sovelluksiin, joita tyypillisesti yhdistää pitkät välimatkat lähettimen ja vastaanottimen välillä. Digitaalisen aikakauden hallitessa sekä audion että kuvan lähettäminen on tehostunut ja lähetysten virhemarginaali pienentynyt. Sotilas- ja avaruusteollisuus on perinteisesti toiminut edelläkävijänä

langattoman tiedonsiirron koko lyhyen historian ajan. Yhtenä merkittävänä esimerkkinä langattomasta tiedonsiirron kehityksen kulmakivistä voidaan mainita ensimmäinen ihmisen valmistama satelliitti Sputnik 1, joka laukaistiin kiertoradalle 4. lokakuuta 1957 Neuvostoliiton toimesta. Tämä aloitti yli 20-vuotisen sotilas-poliittisen avaruuskilvan Neuvostoliiton ja Yhdysvaltojen välillä, joka on toiminut yhtenä suurimmista innovoijista tiedonsiirron ja elektroniikkateollisuuden alalla.

Tätä myötä myös siviiliväestö on päässyt nauttimaan lähinnä sotilas- ja avaruusteollisuuteen kehitetyistä sovelluksista ja tiedonsiirtojärjestelmistä. Esimerkiksi internet ja GPS-paikannus (Global Positioning System) ovat ensisijaisesti sotilaskäyttöön kehitettyjä menetelmiä. Nykyisin maailmanlaajuisen tietoverkon internetin perusta luotiin jo 1960-luvulla Yhdysvalloissa, jolloin puolustusministeriö käynnisti ARPAnet-tietoverkon (Advanced Research Projects Agency) rakentamisen vastauksena Neuvostoliiton onnistuneelle Sputnik-satelliitin laukaisulle. Projektin ensisijainen tarkoitus oli luoda hajautettu, ydiniskun kestävä viestintäjärjestelmä Yhdysvaltain armeijan käyttöön.

2000-luvulla langaton tiedonsiirtoa on jo arkipäivää ja sitä käytetään päivittäin, joskus jopa huomaamattomissakin yhteyksissä, sillä langattomat tietoverkot peittävät valtaosan teollisuusmaiden kaupungeista. Teollisuudessa vastaava on vasta tekemässä lopullista läpimurtoaan. Hyödynnettäessä langatonta tiedonsiirtomallia kasvaa teollisuuden laitevalikoima huomattavalla vauhdilla aina pienistä lähetin-vastaanotin-pareista suuriin langattomiin tietoverkkoihin.

2.2 Langattomuus automaatiotekniikassa

Vaikka automaatiotekniikan kenttälaitteiden ja ohjausyksiköiden välisten kommunikaatioprotokollien juuret ovat syvällä perinteisessä kaapelointiratkaisussa, ei langattomuus ole alalla uusi tulokas. Koska langattomasta kommunikaatiosta muiden tekniikoiden aloilla on kokemusta jo kolmatta kymmentä vuotta ei tekniikan soveltaminen automaatioon

vaatinut uusia merkittäviä keksintöjä. Tyypillinen esimerkki langattomasta kommunikaatiosta automaatioissa on kaukana vesilaitoksesta sijaitseva pumppuasema, jota seurataan ja ohjataan langattoman GPRS-yhteyden avulla. Langaton automaatio tarjoaa kehitystä mm. prosessitutkimukseen ja prosessien jatkokehitykseen. Esimerkiksi automaatiojärjestelmän lyhyen testiajon edellyttämien mittausten valmisteluun saattaa kuluja kaapelointien johdosta viikkoja. Toinen käyttöalue ovat vaikeasti kaapeloitavat prosessiyksiköt, joissa syinä voivat olla esimerkiksi maastoesteet, maanalaiset kaapelit tai pyörivät prosessilaitteet. Langaton automaatio tarjoaa edullisen ratkaisun vanhan kenttäautomaation laajentamiseen.

Kuten edellisessä katkelmassa todettiin, langattoman automaation sovelluskohteet ovat lähestulkoon rajattomat. Kuitenkin on syytä muistaa, että käsiteltävän tekniikan alan ollessa vielä nuori heijastuu se myös langattomalla optiolla varustettujen toimilaitteiden hintaan. Koska langaton vaihtoehto nostaa järjestelmän kustannuksia on näin ollen jokaista laajennusta harkittava tapauskohtaisesti ja puntaroitava sen tuomia etuja suhteessa aiheutuneisiin kustannuksiin.

Tyypillinen tuotantolaitoksen tilanne on, että automaatiojärjestelmän laajennusvarat on käytetty, jolloin uusi prosessiasema liityntäkortteineen ja tarvittavat versiopäivitykset edellyttävät jopa satojen tuhansien investointia järjestelmäosuuteen. Vanhoissa laitoksissa on usein ongelmana myös ristikytkentöjen tilatarpeet sekä runkokaapelien ja kenttäkoteloiden täyttyminen. Langaton automaatio ohittaa kaikki edellä mainitut pullonkaulat tarjoten järjestelmälaajennusta edullisemman, helposti laajennettavan kokonaisratkaisun (Kunnossapito 5-2007).

Toinen ratkaiseva tekijä langattomuuden yleistymisessä on prosessilaitteiden kunnonvalvonta. Pyörivien moottoreiden laakereiden lämpötiloja sekä värähtelyarvoja pyritään seuraamaan yhä enemmän ja tämän avulla eliminoimaan väsymisestä johtuvia rikkoutumisia, joita yleisesti seuraavat tarpeettoman pitkät tuotantokatkokset. Näihin haetaan langattomasta kunnonvalvonnasta edullista kokonaisratkaisua. Lyhytkin

ennalta suunnittelemaan tuotantokatkos voi aiheuttaa yritykselle kymmenien, jopa satojen tuhansien eurojen arvoisia tappioita. Siksi kunnonvalvonnan puntarina onkin ajatus ”jos järjestelmän kustannukset ovat pienemmät kuin vikaantumisesta aiheutuneet kustannukset, on se kannattava sijoitus”.

Myös rakennusautomaatioon on kehitetty uusia kentälaitteita ja sovelluksia, joilla pyritään minimoimaan kustannuksia ja rakentamaan mahdollisimman joustava järjestelmä kiinteistön automatisointiin sekä turvallisuusratkaisuihin. Kerros- ja luhtitaloihin asennetut lämminvesi-, ilmastointi- ja turvajärjestelmät vaativat toimiakseen optimaalisesti monesti usean pisteen mittaustietoja, jotka voidaan toteuttaa perinteiseen kaapelointiratkaisuun nojaten tai hyödyntäen esimerkiksi WLAN-verkkoa. Jussi Multanen toteaa tutkintotyöhönsä tehtyjen haastattelun perusteella, ettei Bluetooth-verkko kuitenkaan sovellu rakennuksen automatisointiin. Päällimmäisenä syynä tähän on Bluetooth-lähetyksen pieni teho, joka ei kykene läpäisemään paksuja betoniseiniä. Kyselyssä haastateltiin useaa rakennusautomaation ammattilaista asentajasta suunnittelijaan. (Multanen, Jussi 2008. Langattomuus rakennusautomaatiossa.)



Kuva 1. DE3002-järjestelmä käytössä voimalaitoksessa Obernburgissa, joka on yksi Schildknecht AG:n internet-sivuilta löytyvistä referenssikohteista.

Kuva 1 esittää perinteisen pitkän matkan kommunikaatoratkaisun, jossa radiolinkin avulla kerätään mittaus- ja ohjaustietoa etäisestä kohteesta.

2.3 Langattoman tiedonsiirron haitat

Kaikesta soveltuvuudesta sekä helppoudesta huolimatta langaton tiedonsiirto ei ole täysin ongelmaton. Pieniä sekä suuria kohteita automatisoidessa tulee ottaa huomioon useita eri muuttujia. Suuret pyörivät moottorit, taajuusmuuttajat, suurjännitekojeet tai voimakkaat magneettikentät saattavat aiheuttaa lähetyssignaaliin interferenssiä. Jos signaalin pitää läpäistä eri materiaalista valmistettuja pintoja, esimerkiksi betonia tai terästä, saattaa amplitudi vaimentua ja näin ollen aiheuttaa yhteyshäiriöitä. Tällaisessa ympäristössä on tietenkin mahdollista hyödyntää järjestelmiä, joissa kentälaitteet toimivat toistensa tukiasemina vahvistaen lähetyssignaalia, mutta tällainen järjestelmä voi nostaa kustannuksia kannattamattomalle tasolle. Yhtenä järjestelmän heikkoutena voidaan pitää myös lähetyksen nopeutta sekä lähetyssignaalin viivettä. Perinteiseen parikaapelilla toteutettuun kaapeliratkaisuun verrattuna langattoman tiedonsiirron lähetyksenopeus on lähestulkoon jokaisessa tapauksessa hitaampi, uudentyyppisistä ethernet-pohjaisista sarjaliikenneväylistä puhumattakaan. Näiden teoreettinen kapasiteetti saadaan nousemaan nopeuteen, joka ylittää 100 Mbps.

Työssä käsiteltyä DataEagle-yksikköä tarkasteltaessa voidaan todeta jo manuaalia tutkittaessa, että tämän tyyppinen ratkaisu rajoittaa käytettävien kentälaitteiden määrää siirtotien toisella puolella huomattavasti. Yhdeksi haitoista voidaan siis lukea myös tiedonkäsittelykapasiteetin pienuus kaapeli- tai valokuituratkaisuun verrattuna.

Yleisesti ottaen langaton automaatio soveltuu käytettäväksi laajoilla teollisuusalueilla, joko sisällä tai ulkotiloissa, joissa kerätään tieto yksittäisiltä toimilaitteilta pitkien matkojen takaa.

3 LAITTEISTO

3.1 PILOT-prosessi

PILOT-prosessi on tiivistetty simulaatio virvoitusjuomateollisuudessa käytetystä osaprosessista, jossa prosessoinnin kohteena olevaa nestettä manipuloidaan säätämällä sen lämpötilaa, väriä sekä sakeutta. PILOT-prosessi on malliltaan viiveellinen prosessi, jossa säädön aiheuttaman muutoksen havainnointi mittauksessa tapahtuu tietyn viiveen jälkeen.



Kuva 2. PILOT-prosessi. Säiliöt oikealta vasemmalle: annostelusäiliö, sekoitussäiliö ja varastosäiliö

Prosessi koostuu fyysisesti kolmesta säiliötankista, pumpuista jotka siirtävät käsiteltävää nestettä, sekoittimesta, kuljetinhihnasta sekä useista eri toimilaitteista, joihin kuuluvat esimerkiksi säätöventtiilit, pinnankorkeusanturit

ja sakeusanturit (kuva 2). Tätä kokonaisuutta ohjataan Siemens SIMATIC PCS7 -automaatiojärjestelmällä.

Prosessin ensimmäisessä vaiheessa kylmä ja lämmin vesi annostellaan halutussa suhteessa annostelusäiliöön. Annostelusäiliön pinnankorkeutta tarkkaillaan ja nesteen lämpötilaa säädetään sekä lämpimän ja kylmän veden suhteella että tankin sisäpuolella sijaitsevaa lämmitysvastusta käyttäen. Tämän jälkeen vesi pumpataan sekoitussäiliöön, jossa siihen annostellaan sinistä elintarvikeväriä ennalta halutun sakeuden mukaan. Kuten myös edellisessä, pinnankorkeutta tarkkaillaan ja veden sakeutta mitataan. Mittaustulokset välitetään prosessiasemalle, joka ennalta määritellyn algoritmin mukaan säätää elintarvikevärin määrää. Viimeisessä vaiheessa lopputuote pumpataan varastosäiliöön, josta se annostellaan hihnakuuljettimella liikkuviin astioihin. Varastosäiliön pintaa kontrolloidaan kahdella eri rajakytkimellä. Käytännössä pinta siis liikkuu ala- ja ylärajan välissä. Kun nesteen pinta saavuttaa alarajan, nesteen annostelu pysäytetään. Varastosäiliöön on myös asennettu putkitus takaisinvirtausta varten. Tällä simuloidaan tilannetta, jossa prosessi on ajettu seisakkitilaan, mutta säiliössä on vielä lopputuotetta. Seisakin aikana lopputuotetta on sekoitettava ja pumpattava eri säiliöihin sekä tuotteen säilymisen takia, että prosessin käyntivalmiina pitämisen takia.

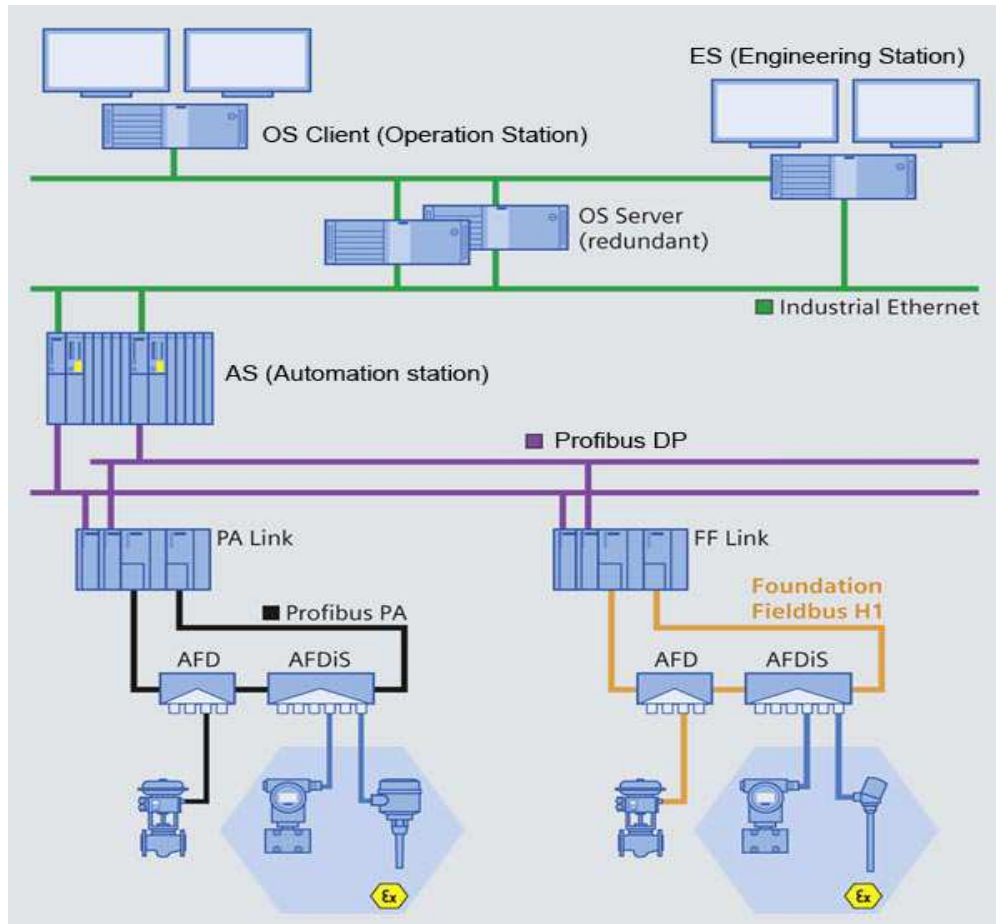
3.2 Siemens Simatic PCS7

Tässä luvussa käsitellään lyhyesti PILOT-prosessia ohjaavaa Siemens SIMATIC PCS7 -automaatiojärjestelmää, sen arkkitehtuuria ja yleisimpiä komponentteja.

Siemens SIMATIC PCS7 on Siemens Oy:n markkinoille tuoma kokonaisvaltainen automaatiojärjestelmä teollisuuden hajautettuun automaatioon. Se pitää sisällään laajan valikoiman komponentteja, ohjelmistoja, suunnittelu-, konfigurointi- ja diagnostiikkatyökaluja. PCS7-järjestelmä soveltuu jokaiselle teollisuuden alalle, oli kyseessä sitten prosessi-, kappaletavara- tai hybriditeollisuus. PCS7:n etuja muihin

järjestelmiin nähden on sen joustava muunneltavuus, laaja valikoima toimilaitteita ja soveltuvuus eri tiedonsiirtoprotokolliin.

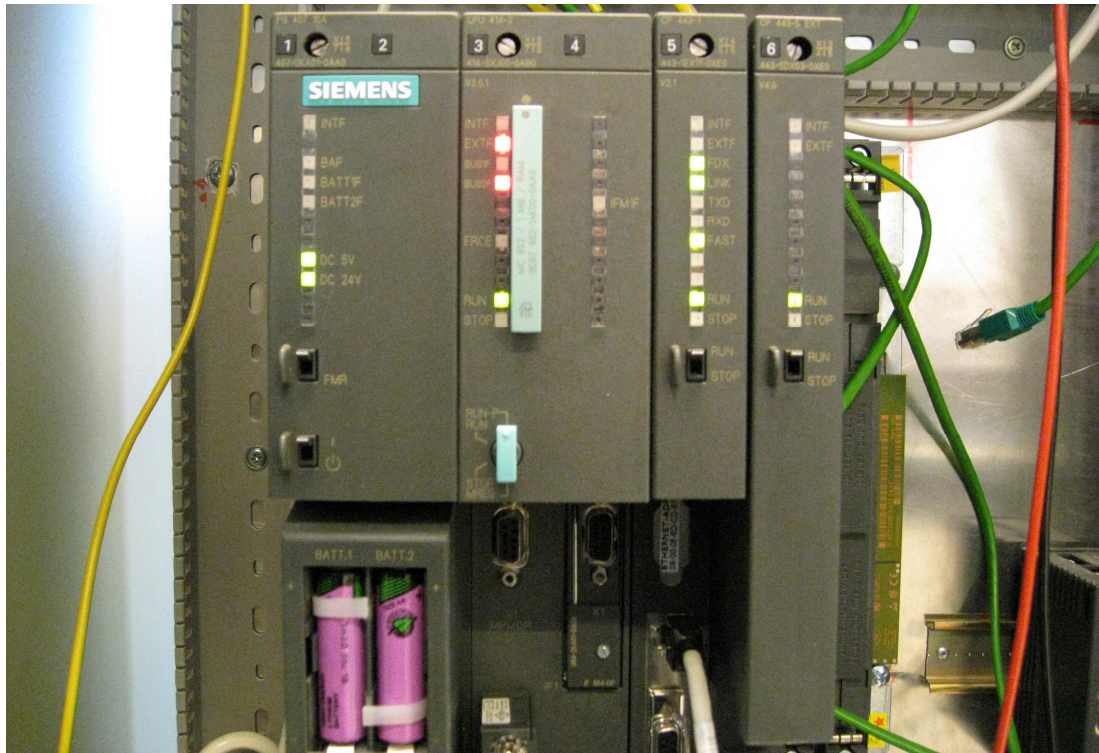
Kuva 3 esittää SIMATIC PCS7:n tyypillinen järjestelmäkonfiguraation.



Kuva 3. SIMATIC PCS7:n tyypillinen järjestelmäkonfiguraatio

Järjestelmä koostuu seuraavista komponenteista: prosessiasemasta (AS, Automation station), operointiasemasta (OS, Operation station) ja suunnitteluasemasta (ES, engineering station). Kuvassa 3 esitetyt PA- ja FF-linkit ovat Profibus DP -väylän jälkeisiä kenttälaitteita. Kuvasta nähdään myös, että liityntä ES:n, OS:n ja OS serverin sekä AS:n välillä tapahtuu industrial ethernetin avulla, kun taas AS liittyy sen jälkeisiin slave-asemiin (kentän I/O-laitteisiin, PA-linkkiin yms.) Profibus DP -väylän avulla.

Siemens SIMATIC PCS7 -prosessiasema koostuu räkkiin asennetuista komponenteista. Yleisimmät komponentit järjestelmän toiminnalliseksi saattamiseen ovat virtalähde (PS), CPU (Central processing unit), CP (Communication processor), kommunikaatioliitäntä (Esim. MPI, Multi point interface tai Profibus-DP) sekä mahdolliset järjestelmään lisättävät laajennusyksiköt (CP EXT).



Kuva 4. Siemens S7-400 prosessiasema

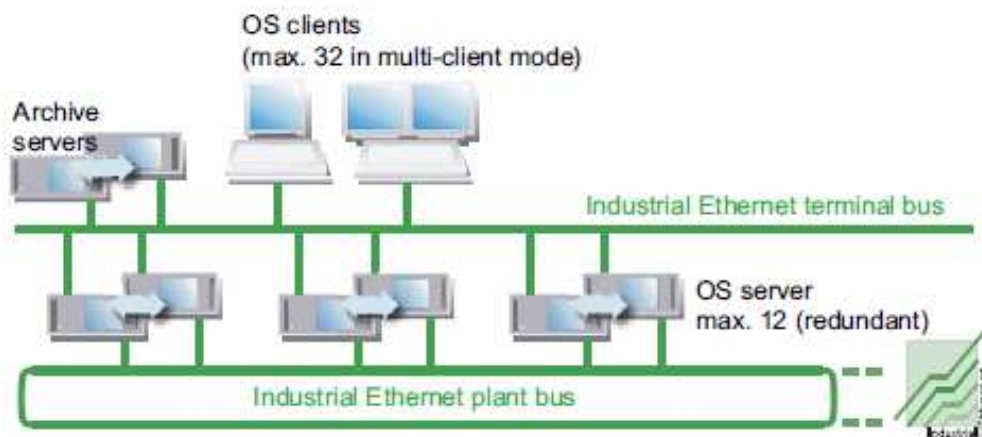
Kuvassa 4 näkyy PILOT-prosessia ohjaava Siemens S7-400 -prosessiasema. Räkkiin asennetut komponentit vasemmalta oikealle ovat seuraavat: virtalähde, CPU, kommunikointiprosessori industrial ethernet -liittimellä ja ulkoinen kommunikointiprosessori.

CPU on prosessiaseman päätietokone, joka prosessoi käyttöjärjestelmää ja ohjelmia. PCS7 CPU:t on valittu Siemensin SIMATIC S7 CPU -sarjasta. Ne kommunikoivat ES:n ja/tai OS:n kanssa järjestelmäväylän (PILOT-prosessissa industrial ethernet) kautta. AS:llä voi olla myös

kommunikaatioportti kommunikoimiseen kenttälaitteiden kanssa, joka toimii Profibus DP -väylän välityksellä.

Operointiasema (OS) toimii järjestelmässä koneen ja prosessin käyttäjän välisenä rajapintana (HMI, Human machine interface). Operointiasema on yleensä sijoitettu valvomoon, jossa se mahdollistaa prosessin reaaliaikaisen valvonnan sekä ohjeiden muutokset AS:lle.

Operointiasema koostuu tietokoneesta, johon on asennettu Siemens PCS7 OS -ohjelmisto, sekä näytöstä. Asema on kytketty laitoksen tai tehtaan väylään minkä kautta se kommunikoi prosessiaseman ja/tai prosessiasemien kanssa. Operointiasemien arkkitehtuuri on joustava ja näin ollen laajalti muunneltavissa. Käytännössä se tarkoittaa, että operointiasemien määrä voidaan suhteuttaa tehtaan / laitoksen / prosessin kokoon näin käyttäen joko vain yhtä OS clientia tai useampien OS Clientien rakentamaa monikäyttäjäjärjestelmää (multi-client mode). Multi-client moden suurin mahdollinen OS-määrä rajoittuu kuitenkin 32 asiakaskoneeseen. (SIMATIC Process control system PCS7, Operator station V7.1.)



Kuva 5. Operointiasemien arkkitehtuuri

Operointiasema näyttää prosessirakenteen hierarkisesti siten, että näytöllä nähtävän prosessin tarkentaminen onnistuu aina tehdastasolta pienimpään

osaprosessiin asti. Prosessinäyttöjen konfiguraatiot rakennetaan seuraavassa jaksossa esitellyllä suunnitteluasemalla.

PCS7-projektin suunnittelu, hallinnointi, arkistointi sekä dokumentointi voidaan tehdä keskitetysti suunnitteluasemalla (ES, Engineering System). Suunnitteluaseman ydin on SIMATIC Manager -ohjelma, joka tarjoaa erilliset työkalut koko projektin laitteiston ja kommunikointiväylien konfigurointiin sekä itse prosessinohjauksen sovellusohjelmien suunnitteluun. Keskitetystä projektinhallinnasta huolimatta useampi suunnittelija voi työskennellä saman projektin kanssa samanaikaisesti. (SIMATIC PCS7 2010, 16–17.)

Suunnitteluaseman SIMATIC manager -ohjelmisto tarjoaa useita eri toimintoja, joita hyväksikäyttäen voidaan rakentaa PCS7-projekti.

3.3 DATAEAGLE – langaton radiolinkki

DATAEAGLE® datenfunkssysteme on saksalaisen Schildknecht AG:n markkinoille tuoma ratkaisu langattomaan kommunikointiin teollisuuden automaatioissa. Tuotekehitys aloitettiin vuonna 1993 ja tähän päivään mennessä DATAEAGLE-tuotenimi sisältää yli 40 toimilaitetta ja laiteperhettä, joista jokainen sisältää erilaiset ominaisuudet ja joista jokainen on suunniteltu eri käyttötarkoitusta varten toimien kuitenkin pääasiassa langattoman väyläkommunikaation alalla. DATAEAGLE toimii itsenäisesti käyttäen mallista riippuen useaa eri lähetysmuotoa ja kaistanleveyttä. Näistä useimmiten käytetyistä esimerkkeinä mainittakoon: WLAN, Bluetooth. GSM, ISM ja ensisijaisesti langattomiin kotipuhelimiin kehitetty DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications). DATAEAGLE toimii myös yhteensopivana kaikkien tämänhetkisten PLC-kontrollereiden käyttämien rajapintojen ja tiedonsiirtoprotokollien kanssa. Näistä esimerkkeinä voidaan mainita Ethernet, ProfiBus, MPI 3964R, ModBus sekä ProfiSafe.

The 1st identifier describes the device family.

DE 1xxx	Serial wireless interface
DE 2xxx	Wireless controller connection
DE 3xxx	Wireless Profibus connection
DE 4xxx	Wireless industrial WLAN Ethernet connection
DE 5xxx	Wireless MPI wireless operator panel connection

The 2nd identifier describes the transmission technology employed, generally wireless.

x0xx	ISM 2.4GHz	Available
x1xx	DECT 1.9GHz	Available
x3xx	ISM 869 MHz	Available
x4xx	Timeslot technology, 448MHz	Available
x5xx	GSM cellular phone	Available
x6xx	Conventional telephone network	Available
x7xx	Bluetooth	In development
x9xx	Wampfler Inductive Data Transmission	Available

Our standard wireless system is 2.4GHz.

The 3rd and 4th identifiers define specific hardware or software versions.

DE3000, DE3001	Profibus point-to-point or network
DE2600, DE2610, DE2620	Leased line, party line, or dialup modem
DE 2400, DE 2410	448Mhz / 459 MHZ transmitter

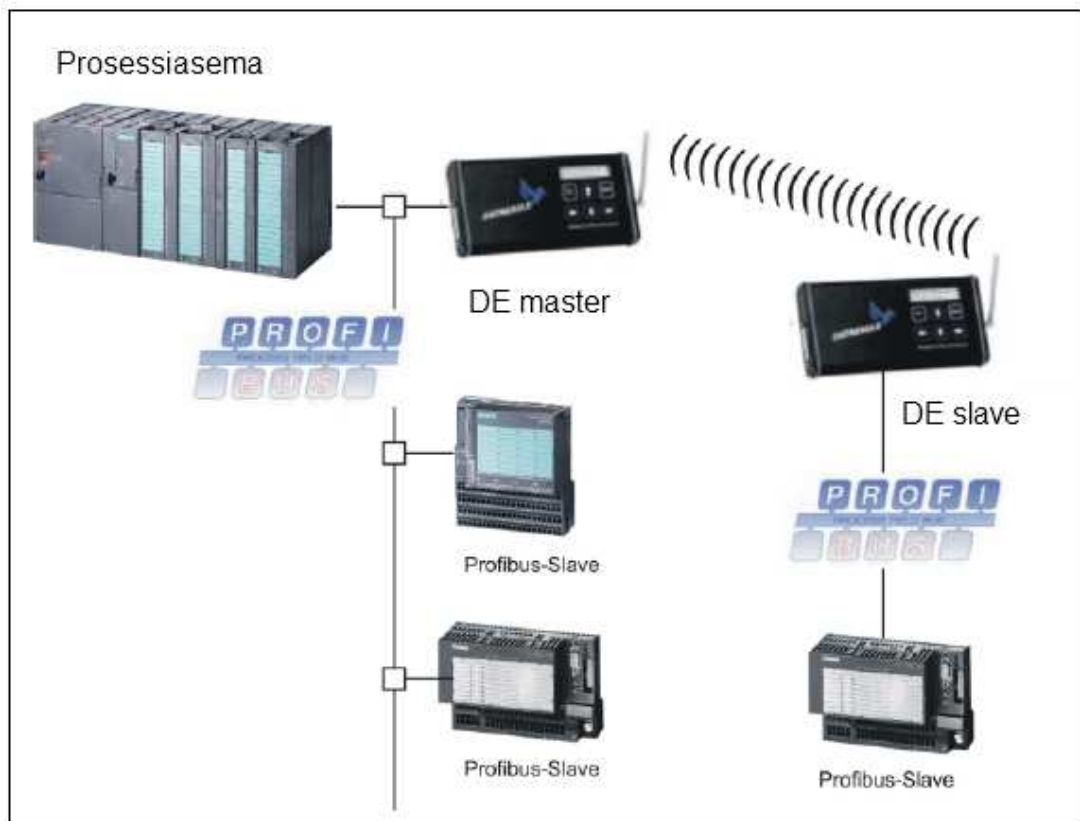
Kuva 6. DATAEAGLE-perheet

Kuva 6 esittää DATAEAGLE-tuotenimen alla olevat tuoteperheet sekä erittelee niiden teknologian. Työssä käytetty malli edusti sarjaa DE3703.

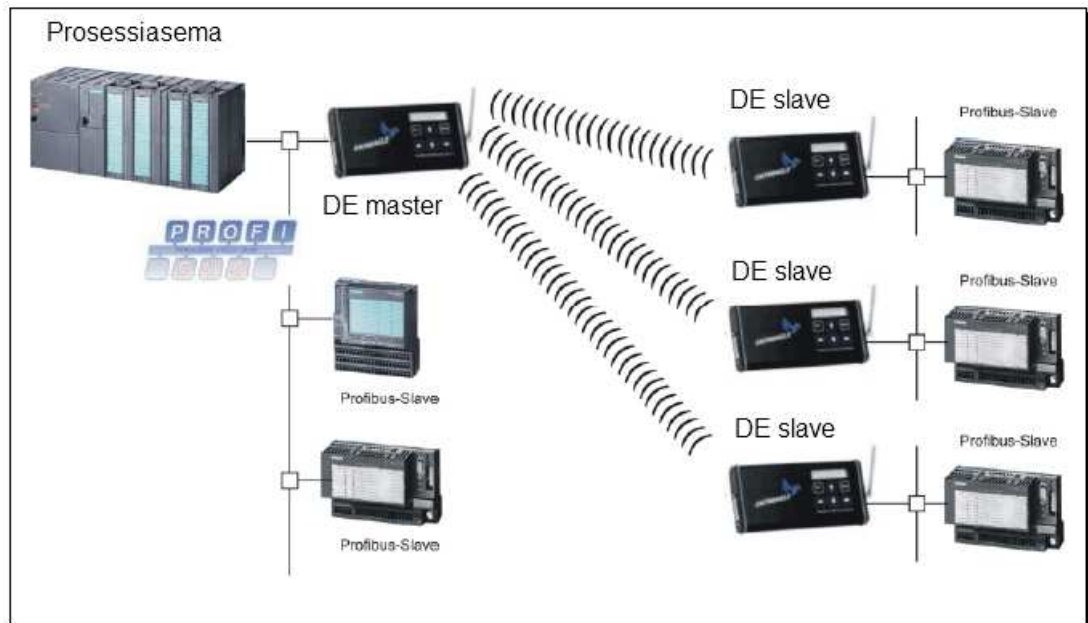
DATAEAGLEn DE3000-tuoteperhe on kehitetty ProfiBus-väylän langattomaan kommunikointiin. Se toimii lähetin-vastaanotin-periaatteella käyttäen hyväkseen täysin läpinäkyvää tekniikkaa. Tämä mahdollistaa sen, että väylään ei tarvitse tehdä muutoksia normaaliin väyläkaapeli-malliin verrattuna. DE3000 radiolähetin, toisin sanoen DE master, toimii kuten mikä tahansa prosessiasemaan liitetty slave-asema, joten useampien slave-asemien kytkeminen radiolähettimen perään on mahdollista. (Assembly and Commissioning instructions, 3-1.)

Datalähetys voidaan asentaa joko point-to-point periaatteella (kuva 7) tai useampaa radiovastaanotinta, toisin sanoen DE slavea hyväksikäyttäen, joilla voidaan luoda radioverkosto (kuva 8). Radioverkostoa käytettäessä on

kuitenkin huomioitava, että signaalin viive kasvaa verrattuna point-to-point -menetelmään n. 20–80 ms.



Kuva 7. Datalähetys kytkettynä point-to-point -menetelmällä



Kuva 8. Datalähetys kytkettynä radioverkostoksi

Tekniikan pääasiallisia käyttökohteita ovat prosessin tai prosessien osat, joissa data on pystyttävä välittämään joko pitkän välimatkan päästä kontrollerille tai järjestelmään, jossa mekaaninen toiminta tekee perinteisen kaapelointiratkaisun käyttämisen mahdottomaksi. Esimerkkeinä edellä kuvaillusta ympäristöstä voidaan käyttää joko tuulivoimalaa, täysin tai osittain automatisoitua varastoa tai vedenkäsittelylaitoksilla kääntyviä siltoja. Jokaisessa esimerkissä osaprosessin pääkomponentti on liikkeessä, eivätkä kiinteät kaapelointiratkaisut eivät ole mahdollisia. Mittaus- ja ohjausdata on kyettävä välittämään tuulivoimalassa pyörivään roottoriin, automatisoidussa varastossa liikkuvaan robottiin ja vedenkäsittelylaitoksella liikkuvaan siltaan.

Huomioitavaa kuitenkin on, että DE3000-tuoteperhe on suunniteltu järjestelmään, jossa etäisillä laitteilla ei ole omaa kontrolleria (prosessiasemaa). Järjestelmään, joka pitää sisällään oman kontrollerin, DATAEAGLE suosittelee DE2000-tuoteperhettä.

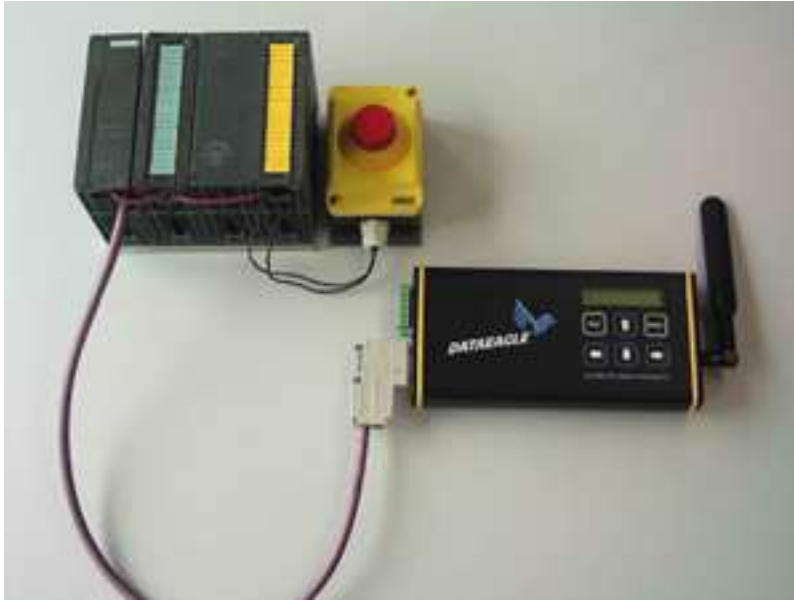
Suoritetussa työssä käytettiin DE3000-perheen mallia DE3703. Kuvasta 9 nähdään minkälaista väylätyyppiä, suoritusnopeutta ja lähetysteknologiaa laite käyttää.

Profibus Interface	Radio transmission technology					
	5GHz 802.11a 200mW	2.4GHz DSSS 100mW	2.4GHz Bluetooth 100mW	1.9GHz DECT 250mW	868- 869MHz 1-500mW	400- 470MHz 1- 1000mW
Profisafe, 1,5Mbit 7 DP slaves or 7 DE slaves + diagnostic slave	3802	3002	3702 3702C	3102 3102C		
Profibus 1.5Mbit 4 DP slaves or 4 DE slaves + diagnostic slave	3803	3003	3703 3703C	3103 3103C	3323 3323C	3413
Profibus 500 kbit 3 DP slaves or 3 DE slaves + diagnostic slave			3704 3704C			
Profibus 187,5 kbit point-to-point 3 DP slaves + diagnostic slave			3705 3705C	3105 3105C		

Kuva 9. DE3000-tuoteperhe

Kuvasta 9 nähdään, että työssä käytetty DE3703 toimii 1,5 Mbit:n suoritussnopeudella käyttäen 2.4 GHz:n bluetooth-yhteyttä ja laitteet asennetaan ProfiBus-väylään.

Schildknecht AG tarjoaa DE3000-sarjasta neljä eri mallia soveltuvaksi ProfiSAFE-järjestelmään. Nämä mallit ovat 3002, 3102, 3702 ja 3802. Käytettäessä yhdessä Siemens S7 315F:n kanssa (failsafe-malli) voidaan näistä rakentaa ProfiSAFE-järjestelmä, joka täyttää turvallisuusstandardi SIL3:n (Safety Integrity Level). SIL-luokitus on tehty kuvaamaan järjestelmien riskinvähennyskykyä. Tämä luokitus jakautuu asteikolla 1–4, joista 1 on pienin luokka ja vastaavasti 4 suurin. SIL-järjestelmä myös nojaa IEC 61508-standardiin, joka on sähköisten turvajärjestelmien perusta.



Kuva 10. Siemens S7 315F, ET200M ja SM 326 vikaturvalliseen I/O:n

Schildknecht AG lupaa edellä mainittujen mallien käytettävyyden erittäin korkeatasoiseksi ja yhteysnopeuden niin korkeaksi, ettei ProfiSAFE PLC erota, onko käytössä langaton vai kaapeloitu DP-väylä.

3.4 DE3703 tekniset spesifikaatiot

Kaikki DATAEAGLE-järjestelmät toimivat 24 V:n tasajännitteellä. Virtalähde on 230 V:n AC-verkkoon kytkettävä muuntaja, joka kuuluu jokaisen yksikön asennuspakettiin, mutta käyttöjännite voidaan myös tuoda suoraan kytkentäkaapin- tai kotelon 24 V:n liitännästä. Suojamaa tulee olla kummassakin tapauksessa kytkettynä kytkentäkaapin- tai kotelon maadoitukseen. Jos tätä ei suoriteta ohjeiden kuvaamalla tavalla on olemassa vaara, ettei yksikön sisäinen jännitehäiriösuodatin toimi oikealla tavalla. 24 V, 0 V ja maadoitus kytketään kuvassa 11 näkyvään Phoenix-liittimeen.



Kuva 11. DE3703-yksikön käyttöjännite- ja väyläliittimet.

DE3703 master- ja slave-yksiköiden sarjaportit kytketään Profibus DP -väylään 9-napaisilla D-liittimillä. Adapteereita tai kytkentämuutoksia DP -väylään ei tarvita.

Profibus 9-napainen D-liitin



- 1. Ei kytketty
- 2. Ei kytketty
- 3. Datajohdin A, vihr.
- 4. Ei kytketty
- 5. Maa
- 6. + 5 V
- 7. Ei kytketty
- 8. Datajohdin B, pun.
- 9. Päätevastus A:n ja B:n välille



Kuva 12. Profibus DP -väylässä käytetty 9-napainen D-liitin.

DE3703 käyttää kommunikointiin 2,4 GHz:n avointa ISM-taajuusaluetta (vapaa taajuuskaista euroopan alueella. Yhdysvalloissa vastaava on 900 MHz (Kenttälaitesanomien 2/07). Data lähetetään digitaalisena ja DE master-yksikkö mahdollistaa 58 kanavan samanaikaisen käytön. DE3703 käyttää DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) -mallista koodinjakokanavointia jonka lähetysteho on 100 mW (20dB). Datat lähetysnopeus ylittää 1 MBps:n kanavaa kohden.

Lainsäädäntö on rajoittanut suurimman lähetystehon 100 mW:n. Taulukossa 1 kuvatut arvot ovat vain referenssiarvoja ja voivat todellisuudessa vaihdella riippuen ympäröivästä ilmastosta, lämpötilasta sekä läpäistävistä materiaaleista (teräs, betoni yms.). Suoran linjan esteettömällä lähetyksellä on datansiirto saatu yltämään yli 3,8 km:iin asti. (Operating instructions, s. 123.).

Taulukko 1. Lähetysetäisyyksien vertailutaulukko

Rakennuksissa, lattioita pitkin ja seinien läpi	aina 30m:n asti suoralla yhteydellä
Halleissa	aina 300m:n asti
Suoran linjan esteettömällä lähetyksellä	1km - 3km
Erilaisilla 14dB:n suunta - antennilla	aina 4km asti suoralla linjalla

Helmikuussa 2007 ilmestyneen kenttälaitesanomien-lehden mukaan euroopassa käytetty korkeataajuinen ja matalatehoinen lähetykset (2,4 GHz & 100 mW) ei ole kykeneväinen läpäisemään betonia tai metallisia pintoja mutta kykenevät useiden satojen metrien lähetysetäisyyteen. Artikkelin käsitteli kuitenkin pääasiassa Emersonin wirelessHART-järjestelmää, joten se ei ole suoraan verrattavissa DATAEAGLEen. Kuitenkaan Schildknecht AG ei ota ohjeessaan kantaa ensinnä mainittuun.

DATAEAGLE-järjestelmän peruspakettiin kuuluu liitin, jolla DE master- ja slave -asemat saadaan asennettu kytkentäkotelossa tai järjestelmäkaapissa olevaan DIN-kiskoon. Kummassakin toimilaitteessa, DE masterissa ja DE slavessa on liityntä antennille, joka kiinnitetään ennen järjestelmän

käyttöönottoa. Mallista riippuen voi yksikkö pitää sisällään joko yhden tai kaksi antenniliitäntää. Kahden liittymän tapauksessa ensimmäinen antenni toimii sekä lähettävänä että vastaanottavana kun taas toinen antenni pelkästään vastaanottavana. Kummassakin tapauksessa antennit kuuluvat asennuspakettiin ja ne tulee kiinnittää ohjeiden mukaisesti ennen käyttöjännitteen kytkemistä. DE3703-järjestelmä toimii yhdellä antenniliitynnällä.



Kuva 13. DE3703 – järjestelmän antenniliityntä.

Sisätiloissa DE master ja DE slave asennetaan joko järjestelmäkaappiin tai laitteen valmistajan suosittelemaan seinään asennettavaan kytkentäkoteloon jonka dimensiot ovat 380mm*190mm*130mm. (Assembly and commissioning instructions, 4-2.)

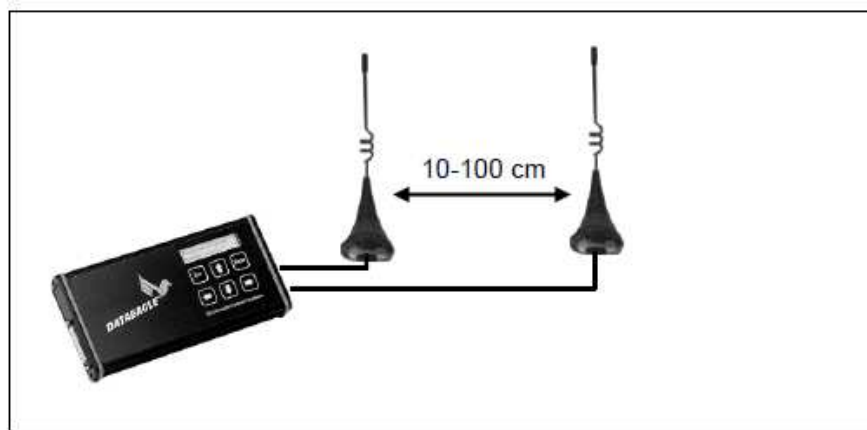
Ulkoasennuksiin suositellaan samoin mitoitettua koteloja jonka IP-luokitus vastaa ympäristön vaatimuksia. Kotelointia käytettäessä antenni/-t kaapeloidaan kotelon ulkopuolelle.



Kuva 14. DE-yksikkö asennettuna kytkentäkoteloon

Optimaalisen yhteyden saavuttamiseen vaaditaan asennusohjeen tarkkaa noudattamista. Yksikköä asennettaessa tulee ottaa huomioon seuraavat asiat:

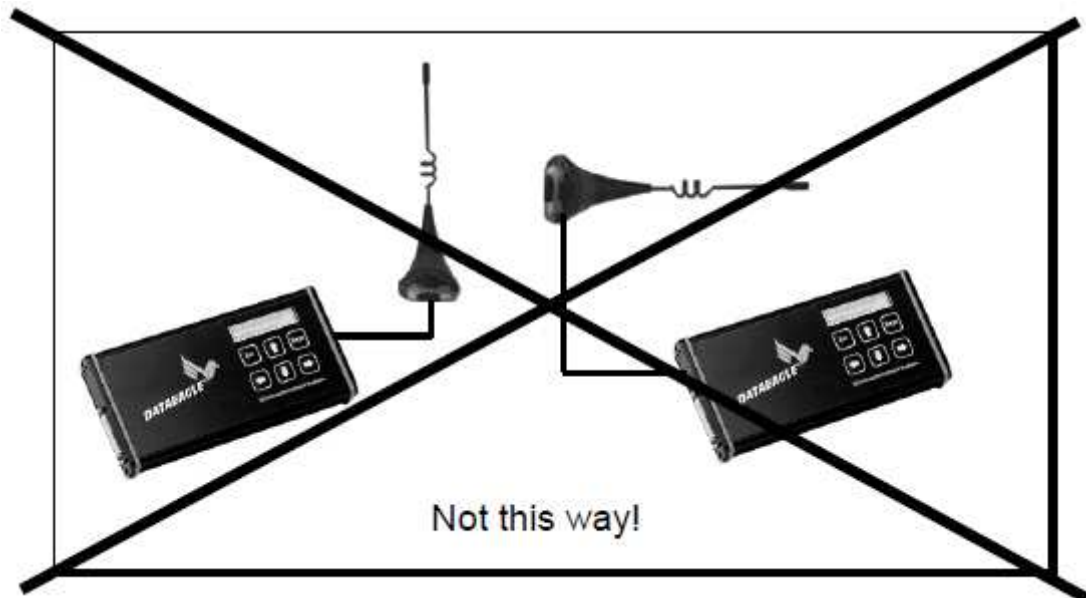
Kahta antennia käytettäessä niiden etäisyys toisistaan tulee olla 10–100 cm (kuva 15).



Kuva 15. kahden antennin etäisyys toisistaan

DE master- ja DE slave-yksiköiden antennit tulee olla asennettu korkeussuunnassa samalla tasolle, mikäli se on mahdollista. Näin taataan paras mahdollinen yhteys yksiköiden välillä.

Yksiköiden antennit tulee olla asennettu samaan asentoon kuten kuvasta 16 nähdään.



Kuva 16. Antennien väärä asento

Etäisyys metallisiin objekteihin, moottoreihin, generaattoreihin, taajuusmuuttajiin ym. laitteisiin, jotka saattavat aiheuttaa sähkökentän häiriöitä, on kasvatettava niin suureksi, kuin se on asennusteknisesti mahdollista. Edellä mainitut tekijät tulee ottaa huomioon jo suunnitteluvaiheessa.

Parhaaseen mahdolliseen yhteystasoon päästään, kun antennit on asennettu suoraan linjaan toisiinsa nähden eikä välissä ole esteitä. Esimerkiksi teollisuushallin nosturiohjauksessa tämä voidaan toteuttaa siten, että master-yksikkö asennetaan keskeiseen paikkaan, josta sillä on jatkuva näköyhteys slave-yksikköön.

3.5 Tietoturva

Langattoman tekniikan kehittyessä ja sen sovelluskohteiden määrän kasvaessa muodostuu turvallinen datansiirto tärkeäksi osaksi järjestelmiä. Langattomissa verkoissa sekä siirretään yrityksille elintärkeitä ja salaiseksi julistettuja tietoja että sillä ohjataan suuria automaatiokokonaisuuksia. Aina isoista sähkömoottoreista ydinvoimalan osaprosesseihin ulottuva ohjaus on varmasti suuri kiinnostuksen kohde teollisuusvakoilua tai mahdollista sabotaasia yrittävälle kolmannelle osapuolelle. Tämän vuoksi kryptattu tiedonsiirto, lähetyskaistojen vaihtelu ja muut turvajärjestelmät edustavat erittäin tärkeää tieteenalaa langattomana aikakautena. DE3703-järjestelmän langattomassa päässä tietoturva on toteutettu kryptatulla signaalilla johon sekoitetaan ennalta sovittua taajuuskohinaa. Vaikkakin DE3703:n lähetys tapahtuu ”toimistoverkon taajuudella” käytetään koodin purkamiseen optimoitua Barker Code -menetelmää, joten hakkerit eivät pysty soveltamaan WLAN-yhteyteen suunniteltuja työkaluja vastaanottoon, muokkaamiseen tai häirintään.

Lisänä DE3703-järjestelmässä on Schildknecht AG:n oma aliohjelma, joka tarkistaa lähetettyjen ja vastaanotettujen datapakettien määrän ja näin ollen varmentaa, ettei mukana kulje ei-toivottua datamanipulaatiota. Pääasiassa kuitenkin koko langattoman automaatiotekniikan tietoturvaratkaisut pohjautuvat jo matkapuhelinaikakauden kehityksen tuloksiin, joten näin ollen vaativaa kehitystyötä ei ole edellytetty, vaan ratkaisusta on pikemminkin ollut ylitarjontaa (Kunnossapito 5-2007.).

4 TYÖN SUORITUS

DE3703-yksikön käyttöönotto aloitettiin asentamalla master- ja slave-yksiköt PILOT-prosessin järjestelmäkaappiin. Koska järjestelmä asennettiin opetustarkoitusta silmälläpitäen jätettiin master- ja slave-yksiköt lähelle toisiaan, jolloin samanaikainen konfigurointi on mahdollista. Myös PILOT-prosessin kompakti koko ja järjestelmäkaapin materiaali edesauttoivat päätöksen muodostumista. Puhuttaessa ”normaalitilanteesta” olisi yksiköt asennettu erillisiin kytkentäkoteloihin asennusohjeiden mukaisesti ja todennäköisesti vielä useiden kymmenien, jopa satojen metrien päähän toisistaan teollisuushalliin tai kentälle.

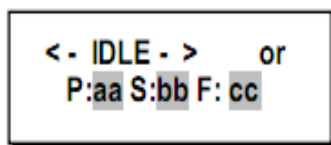
Yksiköt asennettiin järjestelmäkaapin takaosaan DIN-kiskoihin (kuva 17). Tämän jälkeen yksiköille kaapeloitiin syöttöjännite sekä DP-väylät ja ne maadoitettiin järjestelmäkaapin runkoon.



Kuva 17. DE Master-yksikkö asennettuna DIN-kiskoon

Asennuksen jälkeen yksiköihin kiinnitettiin antennit ja käyttöjännite kytkettiin päälle. Tässä vaiheessa yksiköitä ei vielä liitetty väylään. Laitteiston parametointi tuli suorittaa ensimmäisenä.

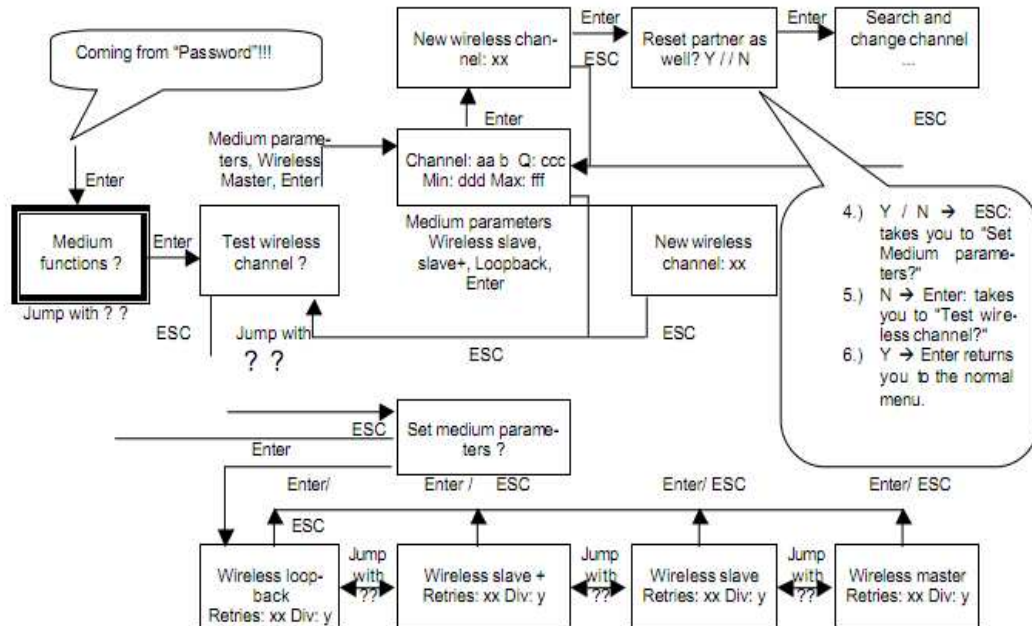
Ensimmäisen laitteiston käynnistyksen yhteydessä DE master -yksikkö indikoi noin sekunnin ajan tekstiä DE aaaa V x.y, jossa aaaa = tyyppi, esimerkiksi tässä 3703, ja x.y = software-versio. Tämän jälkeen yksiköt siirtyvät IDLE-tilaan (kuva 18). IDLE-tilalla tarkoitetaan laitteiston lepotilaa, kun dataliikennettä ei ole.



Kuva 18. DE - yksikkö IDLE- tilassa

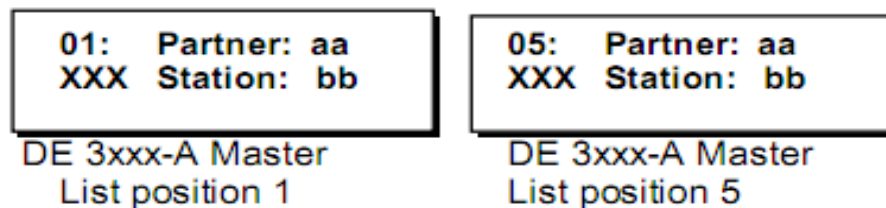
IDLE-tilassa DE master ja DE slave eivät vielä tunnista toisiaan. Tekstin alla näkyy sekä yksikön oma osoite S:bb, että laiteparin osoite P:aa. Painamalla navigointinäppäintä oikealle kysyy laite salasanaa, jonka tehdasasetusarvo on 000. Salasana oli mahdollista vaihtaa, mutta koska järjestelmä tulee opetustarkoitukseen, oli tehdasasetusarvo ns. ainoa vaihtoehto. Onnistuneen salasanan syötön jälkeen on mahdollista aloittaa laiteparin konfiguroiminen. Ensimmäisenä kieli vaihdettiin menu-valikosta saksasta englanniksi. Tämän jälkeen asetettiin kummallekin yksikölle sen oma sekä laiteparin osoite. Se tapahtui navigoimalla kuvassa 19 näkyvän kartan mukaan.

4.12 DE 3000 Medium Functions Menu Subprogram



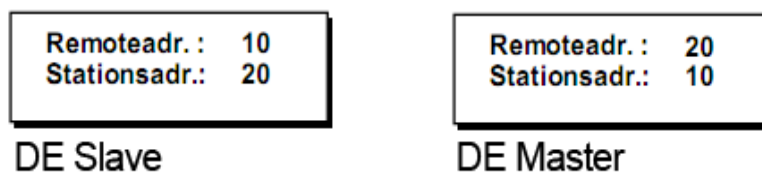
Kuva 19. DE 3000-sarjan asetuskartta

Koska kartta toimii universaalina ohjeena DE3000 -sarjalle, se ei kaikilta kohdin päde käsiteltävään malliin. Tällöin käytettiin DE3703:n omaa tiivistettyä käyttöönotto-ohjetta. Ensimmäisenä testattiin yhteys. DE masterissa navigoitiin kohtaa "medium functions", jonka alta valittiin "test wireless channel" -toiminto. Tämän toiminnon valitsemalla järjestelmä ajoi yhteystestin. Koska laiteparille ei ollut asetettu vielä osoitteita, oli oletus, että yhteys ei toimi. Oletus osui oikeaan. Tämän jälkeen palattiin aloitusnäyttöön. Seuraavana navigointinäppäimiä avuksi käyttäen liikuttiin kohtaan "Change device address". Tämä valittiin enter-painikkeella jolloin päästiin sen alavalikkoon syöttämään uudet osoitteet (kuva 20).



Kuva 20. DE3703 osoitevalikko

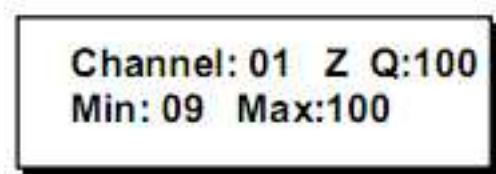
Kuvassa 20 näkyy kaksi eri osoitevalikkoa jotka erottuvat toisistaan ainoastaan list position -numeron avulla. Tämä johtuu siitä, että kun DE masterille ohjelmoidaan useampia slave-yksikköjä, sijoittuu jokainen niistä eri list positioniin. Tässä työssä käytettiin vain yhtä slave-yksikköä, joten sen osoite sijoitettiin kohtaan list position 1. DE slave -yksikön osoitevalikko on samanlainen kuin DE masterissa, paitsi ettei siinä ole list position optiota. Osoitteet asetettiin yksiköille kuvassa 21 esitetyllä tavalla.



Kuva 21. DE – yksiköiden osoiteasetukset

Kuvasta 21 nähdään, että DE master -yksikön väyläosoite on 10 ja laiteparin DE slave 20. Slaveen asetettu osoite on käänteinen, eli oma osoite 20 ja laiteparin 10. Jos järjestelmässä olisi kytkettynä useampia slave-yksiköitä, olisi niiden osoite mallia Remote address 10 ja Station address 11.....X. DE masteriin taas ohjelmoitaisiin seuraavat slavat list position 2:sta eteenpäin mallia: Remote address 11...X ja Station address 10.

Tämän jälkeen palattiin aloitusvalikkoon ja testattiin yhteys käyttämällä "test wireless channel" -valintaa, jolloin yhteysdiagnostiikka näytti kuvan 22 mukaiselta.



Kuva 22. yhteyden mittaustulos

DE master käy läpi ja testaa jokaisen kanavan antaen kuvassa 25 näkyvän mittaustuloksen.

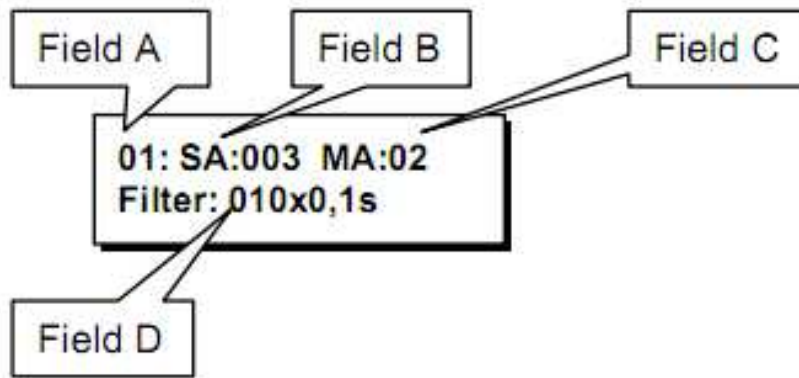
- Z = jatkuva lähetyslaskuri
- Q = mitattu lähetyksen laatu
- MIN = Huonoin mitattu lähetyslaatu mittausjakson aikana
- MAX = Paras mitattu lähetyslaatu mittausjakson aikana

Tulokset annetaan prosenttiarvona ja yhteyden laadun tulisi olla n. 50 – 100% alueella toimiakseen oikein. Tyypillinen laatu hyvälle yhteydelle käyttöönotto-ohjeen mukaan on noin 90 %. Työn aikana MIN- ja MAX-arvot olivat kumpikin pääsääntöisesti 100 %. Tämä johtui DE masterin ja DE slaven välisestä lyhyestä etäisyydestä.

Järjestelmän perusasetukset olivat nyt valmiit. Tämän jälkeen tarkistettiin Profibus-asetukset. Päävalikon alta löytyvästä "change interface driver?" - valinnasta on mahdollista muuttaa järjestelmän GC-aikaa (Global Control). DE master lähettää viestin jokaiselle DE slavelle jokaisen syklin alussa tai jokaisen toimintatilan muutoksen jälkeen. Tämä tapahtuu 5 sekunnin välein standardiasetuksella "000". Aikaa on mahdollista muuttaa aina 0,5 sekunnin askeleissa. Tällä pyritään varmistamaan optimaalinen yhteensopivuus jokaisen eri järjestelmätoimittajan DP-slaven kanssa. GC-viesti on mahdollista ohittaa antamalla sille arvo 255. GC-aikaa eikä GC-viestiä tarvinnut työn suorituksen aikana muuttaa. DE3703 käyttöönotto-oppaassa todetaan laitetoimittajan puolesta, ettei kyseisiä arvoja tarvitse yleisesti ottaen muuttaa, mutta jos niitä muutetaan, suositellaan se tehtävän vasta kun Schildknecht AG:ta on konsultoitu.

Seuraavaksi muutettiin diagnostiikan osoitteet. Slaven diagnostiikkaosoite (diagnostic slave) on se osoite, jolla osoitetaan Profibus-masterille diagnostiikan Slave-asema. Masterin diagnostiikkaosoite (diagnostic master) on taas sen laitteen osoite, joka käsittelee kerätyn datan ja arvio tuloksen. Tällaisena laitteena voi toimia Profibus-master, eli prosessiasema tai mikä tahansa muu kontrolleri verkon sisällä. Käyttöönotto-ohjeessa kerrotaan, että

jos diagnostiikkamahdollisuutta haluta käyttää, asetetaan kummankin osoitteeksi arvo 127. Ohje myös huomauttaa, että jos diagnostiikkamahdollisuutta halutaan käyttää vähentää se yhden DE slave-aseman langattoman väylän kokonaismäärästä.



Kuva 23. Diagnostiikkaosoitteiden asetukset

Kuvassa 23. nähdään neljä eri kenttää. Nämä kentät on tulkittavissa:

- Kenttä A: Taulukko-osoite. DE-järjestelmissä jokainen DE slave-yksikkö sijoitetaan omaan taulukkoonsa. Näin ollen DE slave 1 saa taulukkopaikan 1 jne. aina taulukko-osoitteeseen 32 asti. Aukot osoitteiden välissä ovat sallittuja. Käyttämättömät taulukko-osoitteet ovat tehdasasetusarvoltaan 127, joka tarkoittaa ettei niitä käytetä.
- Kenttä B: Slaven väyläosoite. Tähän asetetaan halutun DE slaven väyläosoite
- Kenttä C: Master väyläosoite. Tähän asetetaan Profibus master-aseman väyläosoite.
- Kenttä D: Suodatusaika. Suodatusaikaa käytetään vaimentamaan pieniä radiohäiriöitä. Koska häiriön aikana ei DE slaveen saada yhteyttä, tulkitsee diagnostiikkaohjelma sen katkokseksi väylässä. Tätä katkosta välttääkseen suodatusaikaa nostetaan hieman

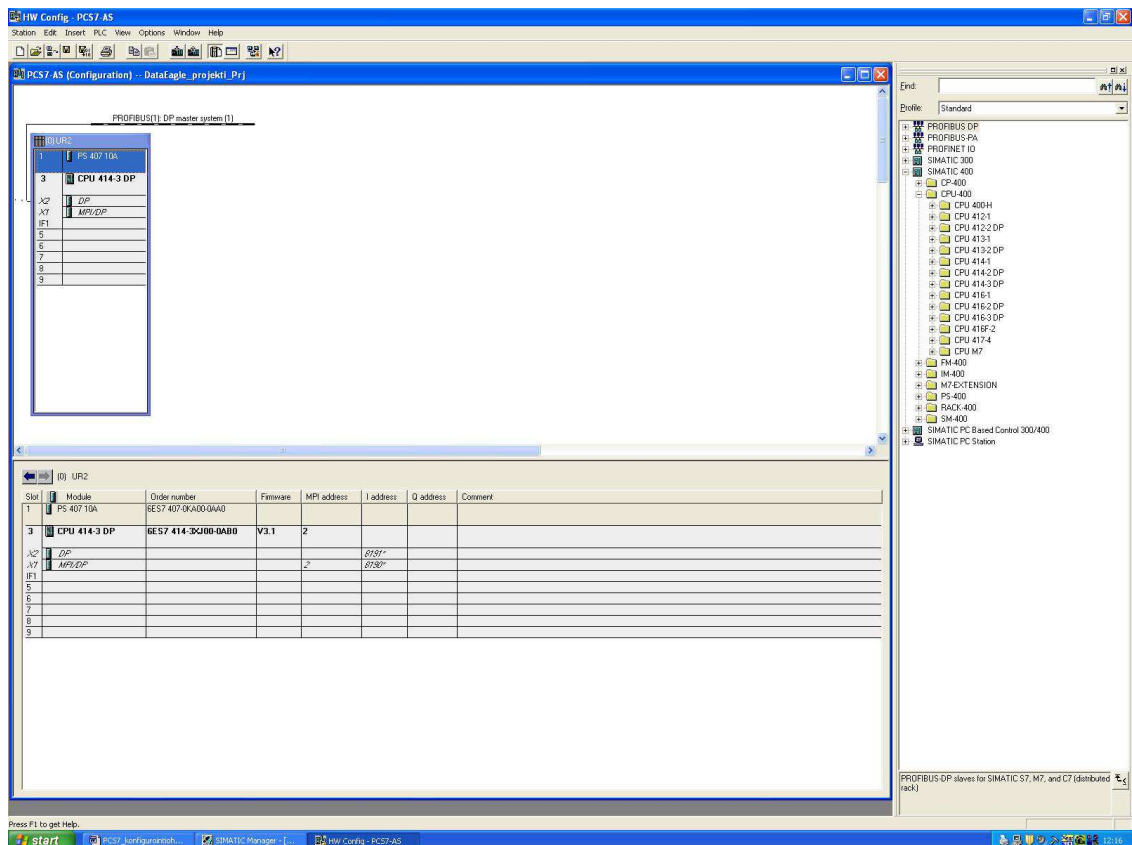
ylöspäin, jolloin väylähäiriö aktivoituu vasta kun suodatusaika on kulunut umpeen. Muulloin se sallii väylässä esiintyvän lyhyitä katkoksia. Suodatusaikaa on mahdollista muuttaa välillä 100 ms – 25,5 s ja käyttöönotto-ohjeiden mukaan sitä tulisi nostaa seuraavissa tapauksissa: Slavella on monta I/O-pistettä, DE masterin tulisi päästä yhteyteen usean DE slave-aseman kanssa tai että ympäristön takia lähetyssignaalin laatu on heikko. Tyypillinen suodatusaika on 100 ms – 2 s. Työssä aika asetettiin 100 ms:iin.

Diagnostiikkaosoitteiden ja suodatusajan asettelun jälkeen DE3703-järjestelmä oli toimintavalmis ja DE masteriin sekä DE slaveen liitettiin väyläkaapelit. Tämän jälkeen työssä siirryttiin seuraavaan kohtaan, sovelluksen ohjelmointiin.

4.1 Sovelluksen ohjelmointi ja järjestelmän testaus

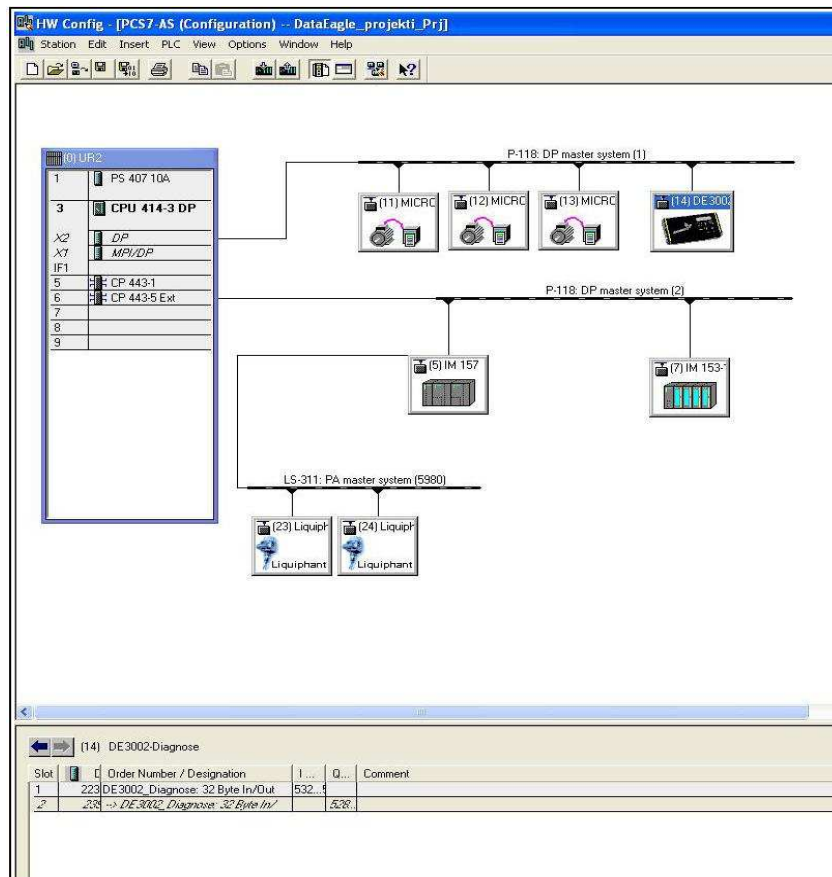
Sovelluksen ohjelmoiminen aloitettiin aloittamalla uusi projekti Siemensin Simatic Manager-sovelluksella. Ohjelmaa tehtäessä apuna käytettiin Tero Hietasen vuonna 2009 kirjoittamaa Siemens PCS7 -konfigurointiohjetta.

Uusi projekti aloitettiin valitsemalla Project Wizard ja käymällä läpi jokainen asetus ohjeen mukaisesti. Kun tämä oli tehty, aloitettiin järjestelmän Hardware-konfiguraation (HW config) rakentaminen (kuva 24).



Kuva 24. Tyhjä Hardware-konfiguraatio

Työ aloitettiin lisäämällä prosessiasemaan DP-väylä master system (1) ja ulkoiseen laajennusyksikköön toinen DP-väylä master system (2). Ensimmäisenä konfiguroituun master system (1):een lisättiin kolme taajuusmuuttajaa. Tämän jälkeen master system (2):een lisättiin DP/PA-linkki IM157 ja ET200M-moduuli IM153, johon liitetään kaikki väylän I/O-tieto. Tähän konfiguraatioon sijoitettiin kaikki väylässä olevat toimilaitteet ja annettiin niille yksilöllinen DP-väyläosoite. Työn suorittamiseen tarvittiin ainoastaan osa väylään liitetystä komponenteista, joten kaikkia PILOT-prosessiin asennettuja komponentteja ei tässä vaiheessa konfiguroitu. Työssä käytettiin kahta pintakytkintä, kahta taajuusmuuttajaa sekä ET200M-moduulille kytkettyjä digitaalisia tuloja ja lähtöjä. Näitä tuloja olivat kuljetimen kupin paikkatieto sekä lähtöjä paineilmaohjaus, annostelusäiliön venttiili ja kuljetinmoottorin ohjaustieto.

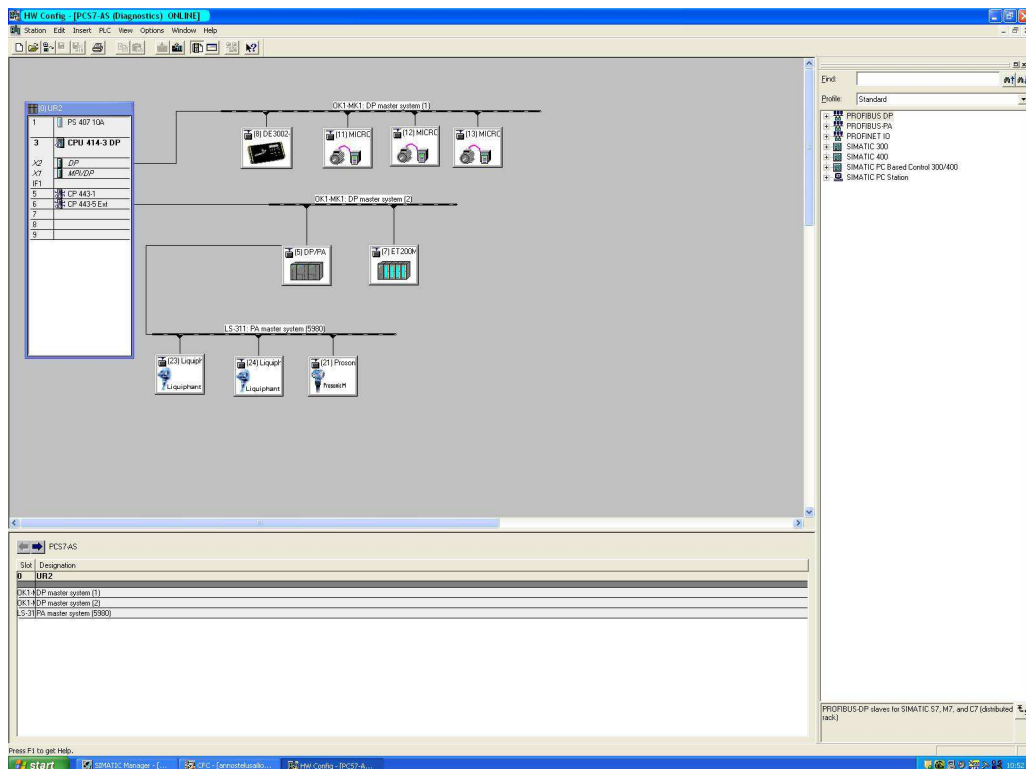


Kuva 25. Valmis HW – konfiguraatio

Tämän jälkeen väylään piti lisätä vielä DATAEAGLE:n oma diagnostiikka-ajuri. Sitä ei ollut valmiina Siemensin peruskirjastoissa, joten se piti etsiä Schildknecht AG:n internet-sivuilta. Ajuri sisältää .gsd-mallisen tiedoston ja ikonin (kuvan joka näkyy HW-konfiguraation graafisessa esityksessä) Simatic Manageriin. DE3002_D.gsd -niminen tiedosto kopioitiin Simatic Managerin ajurikirjastoon. Tämän suoritettua voitiin lisätä DE:n diagnostiikka-ajuri väylään. Tämän jälkeen järjestelmään muutettiin oikeat tietoliikenneyhteydet NetPro-työkalun avulla. Industrial ethernet -muuntimeen ajettiin oikea MAC-osoite kuin myös suunnitteluasemaan. Tämän jälkeen konfiguraatio ladattiin prosessiasemalle ja sen yhteyksiä tarkasteltiin Online-modessa.

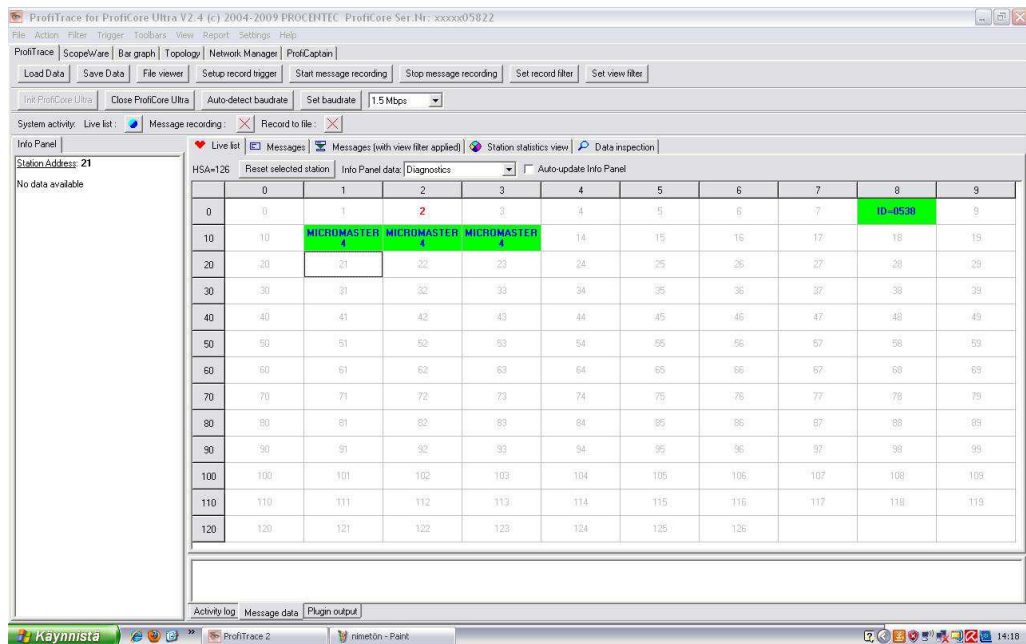
Kaikkiin väylän komponentteihin saatiin yhteys, paitsi DE master-yksikön jälkeisiin taajuusmuuttajiin. NetPro:ta apuna käyttäen tarkistettiin vielä kerran ladatut yhteydet eikä niissä ollut vikaa. Tämän jälkeen tarkastettiin DP-

väyläkaapeleiden fyysiset liitokset ja päätevastukset. Avuksi otettiin vielä ProfiCORE-merkkinen väyläanalysaattori, jolla tulkittiin väylän kunto. ProfiCORE indikoi katkosta väylässä, joten seuraavassa vaiheessa kaapelit irroitettiin DE-komponenteista ja liitettiin toisiinsa ohittaen näin koko langaton yhteys. Kadoksissa olleet komponentit löytyivät välittömästi joten vika paikallistettiin langattomaan DP-väylään. Koska laitepari indikoi kuitenkin parasta mahdollista yhteyttä, oli syytä epäillä että konfigurointivaiheessa oli jokin asetuksista mennyt väärin. DE master -yksikön asetukset tarkistettiin vielä kerran, mutta selvää vikaa ei löytynyt. Tämän jälkeen avattiin käyttöönnotto-ohjekirja ja käytiin asetukset läpi kolmannen kerran. Lopulta katkoksen syyksi paljastui väärä Profibus master -väyläosoite. Asetuksia muutettaessa allekirjoittanut oli sekoittanut Profibus master- ja DE master -osoitteet keskenään. Kun DE master -yksikölle syötettiin oikea osoite ja väyläkaapelit liitettiin takaisin laitepariin, heräsi yhteys Simatic Managerin ONLINE-diagnostiikassa (kuva 26).

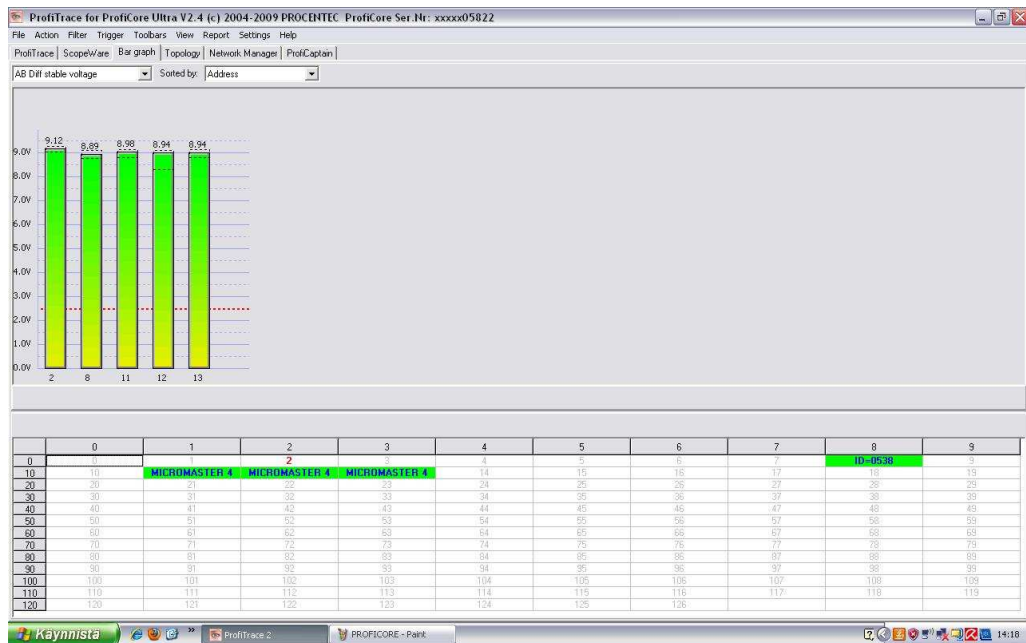


Kuva 26. Järjestelmän väylät toimintakunnossa

Yhteys tarkastettiin vielä kerran ProfiCORE:lla, joka myös paljasti toimilaitteiden olevan ONLINE-tilassa. Tulokset näkyvät kuvissa 27 ja 28.



Kuva 27. ProfiCORE:n väyläanalyysi

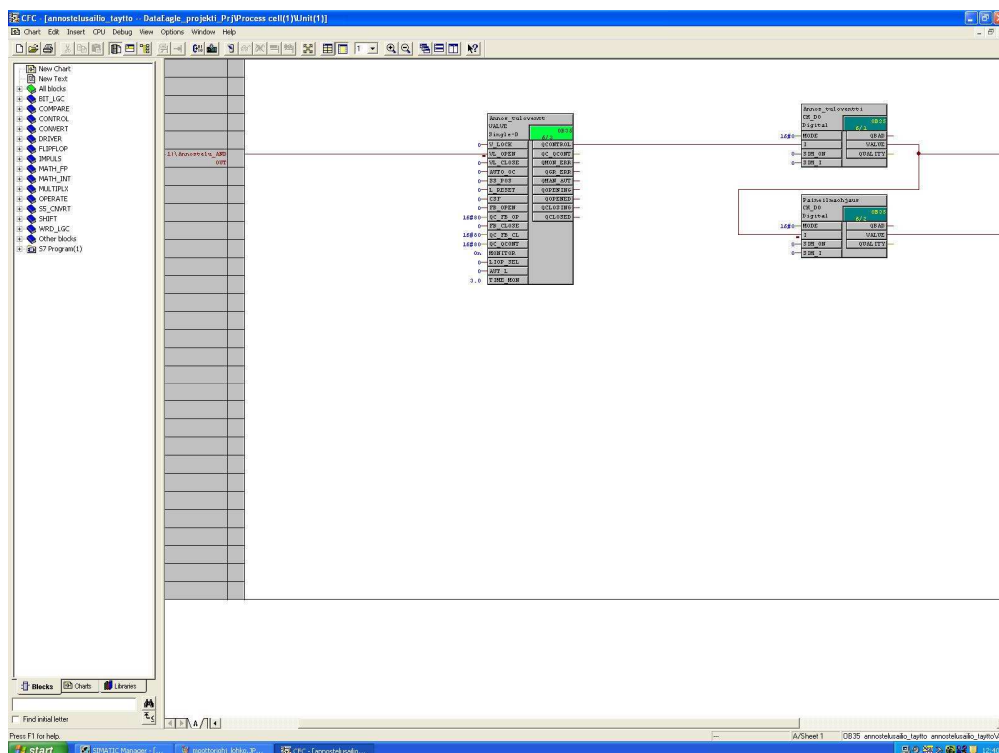


Kuva 28. ProfiCORE:lla mitattu toimilaitteiden jännitetaso

Kun väylät oli saatu toimintakuntoon aloitettiin sovelluksen ohjelmointi

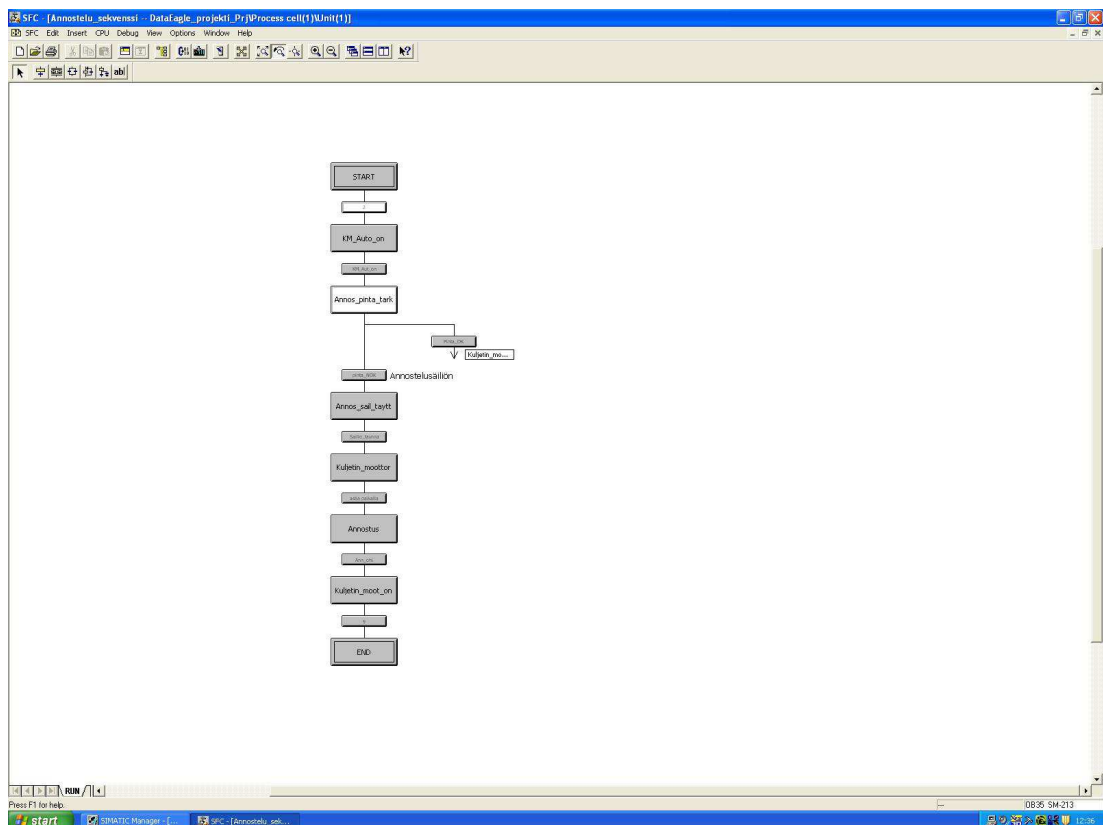
4.2 Ohjelmointi CFC-, SFC- ja WinCC-ympäristöjä käyttäen

Siemens PCS7 CFC -ohjelmointiympäristö on lohkokaavio-ohjelmointiin tarkoitettu työkalu. CFC-lyhenne muodostuu englannin kielen sanoista "Continuous Function Chart". CFC-ohjelmoinnilla käsitellään automaatiojärjestelmän sisäisiä ohjauksia ja kytkentöjä. Toiminnot esitetään graafisina lohkoina, jotka on kytketty "langoittamalla" toisiinsa. CFC-ympäristö pitää sisällään valmiita ohjauslohkoja venttiileille, moottoreille, säätimille, hälytyspiireille ja mittauspiireille sekä lukuisia loogisia operaattoreita, kuten AND-, OR-, Invertointi- ja valintapiirit. Myös matemaattiset operaattorit kuuluvat ohjelmiston peruskirjastoon. Simatic Manageriin määritellyt fyysiset kytkennät tuodaan CFC-kaavioon tuloina eli inputeina jossa ne käsitellään halutulla tavalla ohjelmointilohkoja apuna käyttäen. Lähdöt eli outputit viedään ulos CFC-kartasta ja kytketään yhä edelleen haluttuihin ohjauslähtöihin, kuten relelähtöihin, sarjaliikennelähtöihin tai analogialähtöihin. Kuvassa 29 esitellään yksinkertainen kytkentä CFC:ssä.



Kuva 29. Yksinkertainen venttiiliohjauslohko CFC:ssä

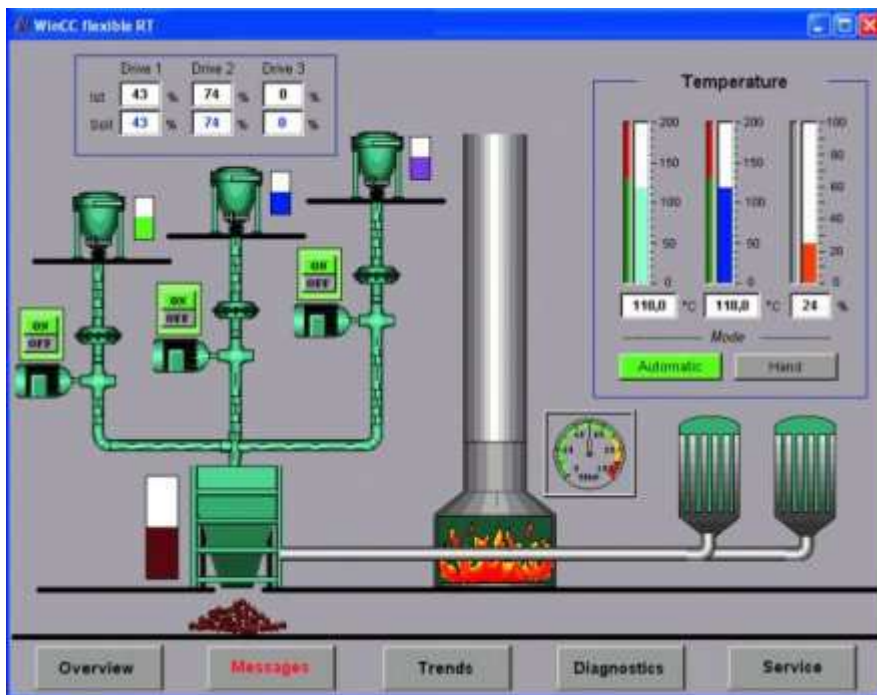
Siemens PCS7 SFC -ohjelmointiympäristön nimilyhenne muodostuu englannin kielen sanoista "Sequential Function Chart". SFC-ympäristössä ohjelmoidaan prosessin epäjatkuvat prosessit sekä sekvenssiohjaukset. Askelohjauksia käytetään, kun halutaan luoda prosessi, joka toimii täyttyneiden ehtojen mukaan. Tällaisia prosesseja voidaan myös sisällyttää jatkuva-aikaisiin prosesseihin esimerkiksi paikoituksiin, edestakaisiin liikkeisiin tai laskentatoimiin. Tyypillisintä sekvenssiohjaus on kuitenkin kappaletavara-automaatiossa, jossa tuotetaan lopputuotteena saatavaa materiaalia tiettyinä kappalemäärinä ja näitä kappaleita käsitellään sen mukaisesti. Kuva 30 esittää sekvenssiohjauksen rakenteen.



Kuva 30. Työn pääsekvenssiohjaus

WinCC-ohjelmisto on Siemensin oma PCS7:lle kehitetty grafiikkaeditori. Tämän tarkoituksena on tuottaa järjestelmän operaattorille graafinen käyttöliittymä prosessiin. Yleisesti tällainen käyttöliittymä pitää sisällään mittauksia, tilatietoja sekä operaattorin käytettävissä olevia manuaalisia painikkeita ja liukulukuarvoja. Jälkimmäisiä käytetään pääasiassa

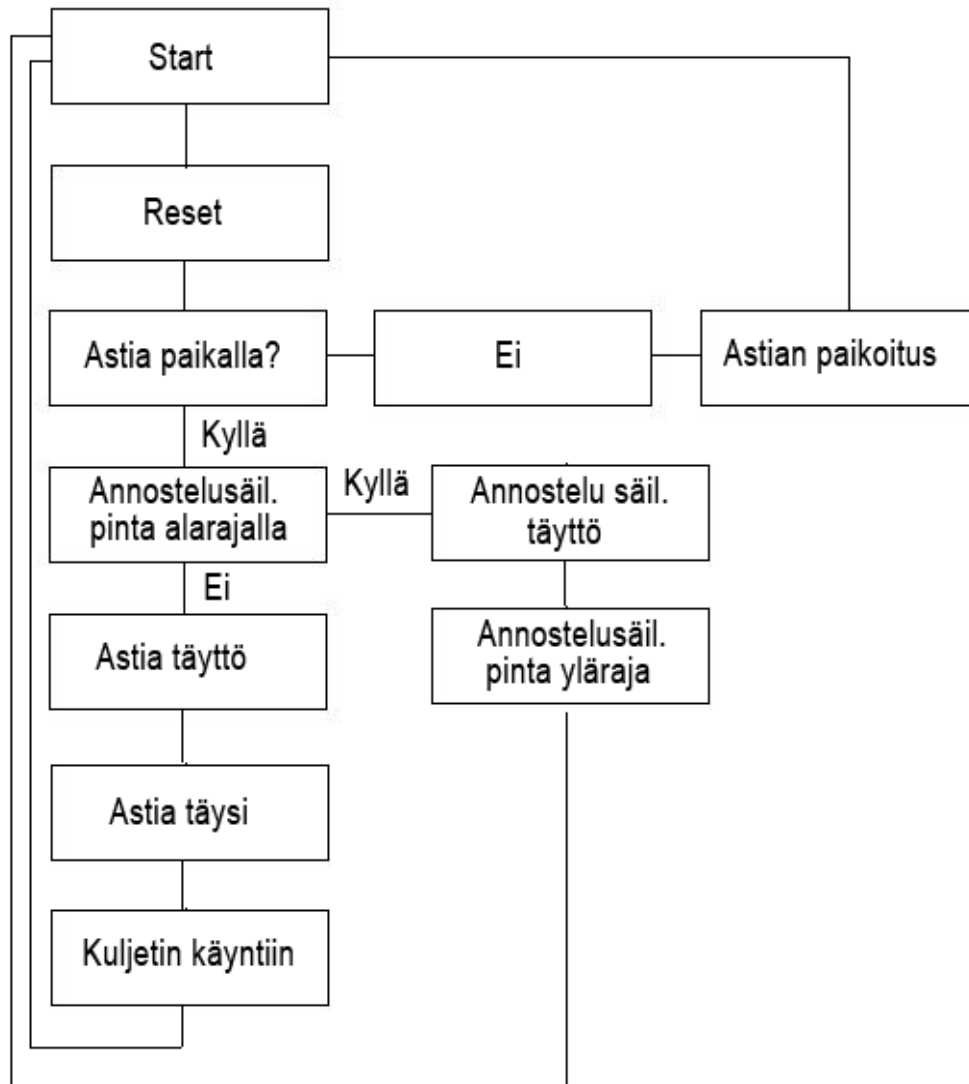
taajuusmuuttajien ohjaukseen. Kaikki edellä mainitut tuodaan graafisesti operointiaseman näytölle, josta hiirtä ja näppäimistö apuna käyttäen voidaan valita haluttuja osaprosesseja, sivuja tai yksittäisiä toimilaitteiden tietoja. WinCC luo rajapinnan ihmisen ja koneen välille. Tätä rajapintaa kutsutaan HMI:ksi eli Human Machine Interface. WinCC-ympäristön peruskirjastot pitävät sisällään graafisia kattiloita, putkistoja, kuljettimia, mittareita ym. prosessin hallintaan tarvittavia komponentteja. Komponenttiin, esimerkiksi moottoriin, linkitetään CFC:ssä rakennettu lähtö, jolloin yhdessä operointiasemalla toimiessaan keskustelevat asema ja prosessiasema keskenään. Näin ollen kyseisen kuvitteellisen moottorin tilatiedot voidaan tuoda näytölle graafiseen muotoon josta operaattori voi todeta laitteen tilan kussakin prosessin vaiheessa. Kuvassa 31 on esitetty yhdenlainen ratkaisu, joka WinCC-ohjelmistolla on mahdollista tuottaa. Kuva ei liity tehtyyn työhön, vaan on kopioitu internet:stä esimerkiksi samaa aihepiiriä käsittelevältä sivustolta.



Kuva 31. Esimerkki graafisesta käyttöliittymästä

Ohjelmoinnin alkuvaiheessa selvitettiin haluttu sekvenssi, jota automaatiojärjestelmä ohjaa. Perusajatuksena oli, että koska työn

päätarkoituksena oli langattoman järjestelmän käyttöönotto, riitti sekvenssille sellainen kokoonpano, että kaikki ohjelmoitavat kytkennät toimivat. Lopputuloksena saatiin kuvassa 32 esitetty sekvenssi.



Kuva 32. Sekvenssin vuokaavioesitys

Kuvan sekvenssi on perinteinen nesteenkäsittelylaitoksen osaprosessi, jossa täytetään astioita nesteellä samalla tarkkaillen täytettävän astian paikkaa ja säiliöiden pinnankorkeuksia.

Työn suoritusta jatkettiin CFC-ympäristössä jonne luotiin eri piirien ohjauslohkot ja jotka kytkettiin sisäisesti toisiinsa. CFC-ympäristöön eri

lohkoihin tuotiin aiemmin Simatic Managerissa määritellyt tulot ja lähdöt. Näitä käsiteltiin eri ohjauslohkoilla, joita käyttämällä päästiin haluttuun lopputulokseen. Väliin lisättiin loogisia operaattoreita ja lukituspiirejä jotta osa toiminnoista saatiin yhtäaikaistettua ja osa toiminnoista estettyä. Näistä esimerkkinä on venttiilin ja paineilmaohjauksen yhtäaikainen päälle kytkeminen.

SFC-ohjelmistolla rakennettiin yllä kuvailtu sekvenssi. Jokainen sekvenssin askel piti sisällään eri ehdot, jotka tuli täyttyä ennen kuin ohjelma jatkaa seuraavaan askelmaan. Ohjelmaa testattiin online-tilassa ja lopulta se saatiin toimimaan halutun sekvenssiohjauksen mukaan. Työn lopputuloksessa langattomaan väylään kytketty taajuusmuuttaja ohjaa annostelusäiliön sekoitinmoottoria 5 minuutin välein. Tällä simuloidaan tilannetta jossa nestettä tulee sekoittaa tietyn ajan välein etteivät sen sisältämät aineet pääse eroamaan toisistaan.

Työn viimeisenä vaiheena prosessille tehtiin WinCC-ohjelmistolla käyttöliittymä, josta pystyi seuraamaan moottorin käyntiä, astian paikallaoloa sekä annosteluventtiilin tilaa. Taajuusmuuttajan nopeusohje pystyttiin antamaan käyttöliittymästä käsin. Lopputuloksena työ todettiin toimivaksi.

5 YHTEENVETO

Työtä suoritettaessa päästiin tutustumaan langattoman kommunikaation tekniikkaan sen historian, arkipäiväisten sovellusten sekä vähemmän tunnettujen teollisuusratkaisujen merkeissä. Tämän aikana allekirjoittaneelle muistui paljon vanhaa mutta kertyi myös suuria määriä uutta tietoa, jota tullaan varmasti soveltamaan tulevaisuudessa työuran kehittyessä. Työ avasikin silmät aivan uudella tavalla teollisuuden eri sovellusmahdollisuuksille. Langattomassa automaatioissa on paljon hyvää mutta myös paljon sellaisia haasteita, jotka tulee ratkaista ennen laajamittaisia sovelluksia. Yksi asia on kuitenkin varma: langaton automaatio on tullut jäädäkseen ja on vain ajan kysymys, milloin siitä kehittyy varteenotettava kilpailija perinteisen kaapelointiratkaisun rinnalle. Tänä päivänä suurten teollisuusalueiden perinteiset johdotetut toimilaitteet ovat osittain korvattu langattomalla versiolla ja käytöstä on saatu erittäin lupaavia tuloksia. Näiden valossa tulevaisuudessa on hyvinkin mahdollista, että teollisuuskenttiä peittää laajamittainen tietoverkko, jossa jokainen toimilaite ajaa tukiaseman roolia. Näin varmistetaan prosessin häiriötön toiminta koko laitoksen eliniän ajan.

PILOT-prosessiin asennettu DATAEAGLE-järjestelmä on hyvä esimerkki siitä, miten asennettua langatonta kommunikointia voidaan toteuttaa ja kuinka se suurilla etäisyyksillä alentaa materiaali- ja asennuskustannuksia. Jokainen alan ammattilainen voi varmasti tukea ajatusta siitä, kuinka langaton kommunikaatio kaikkine haasteineenkin helpottaa teollisuuden automatisointia.

Siemens PCS7 -automaatiojärjestelmä oli työtä ja tekijän tulevaisuutta ajatellen paras mahdollinen alusta suorittaa annettu tehtävä. Kaikessa laajuudessaan PCS7-järjestelmä antoi lisää arvokasta kokemusta tulevaisuuden työelämäään. Ainoa asia, mikä työssä jäi harmittamaan on se, että koska työelämässä jo ollessani työhön käytetty ajallinen resurssi

mahdollisesti vain pakollisen. Mielestäni Siemens Simatic PCS7 ansaitsee ehdottomasti syvempää tutustumista jokaiselle automaatioalan ammattilaiselle.

Varmaa on se, että työn aihe kohdistui oikeaan koska, kyseessä on tulevaisuuden ala. Työn aikana myös tutustuttiin langattomaan tekniikkaan linkkiyksikön asennuksen ja käyttöönoton yhteydessä. Uudet toimilaitteiden ja väylien langattomat ratkaisut eivät tehdyn työn perusteella välttämättä vaadi järjestelmään suuria muutoksia ja niiden konfigurointi ei vaadi mahdottomia. Erityisen tärkeää on kuitenkin muistaa tarkkuus parametreja asettellessa, mutta kokeneelle se on jo arkipäivää ja nuori sen voi helposti oppia. Tästä syystä langaton automaatio onkin erinomainen vaihtoehto niin vanhojen teollisuuskenttien revisioissa, kuin uusissa järjestelmissä. Rajoitteita kuitenkin alalla vielä löytyy ja se asettaa järjestelmäsuunnittelijoille mielenkiintoisia haasteita. Kun puhutaan uuden järjestelmän suunnittelusta tai vanhan järjestelmän uudistuksesta, tulee huomioda myös langaton vaihtoehto ja se tarkoittaa, että kriittisiksi pisteiksi perinteisen kaapeliratkaisujen rinnalle muodostuu ympäristön huomioiminen, signaalin vaimentuminen, heijastukset, häiriötekijät ja muut jo aiemmin kuvaillut haasteet. Yhteenvetona työstä voi siis sanoa, että kyseessä on tulevaisuuden tekniikka joka pitää sisällään myös kiinnostavia haasteita ja rajattomia sovellusmahdollisuuksia.

LÄHTEET

Assembly and Commissioning instructions wireless data system DATAEAGLE
® 3XXX series for wireless profibus. Maaliskuu 2009. Schildknecht AG.

Saatavissa http://www.schildknecht.info/info-cd/handbuecher/MI_E_Dataeagle_3xxx.pdf. Hakupäivä 10.8.2011.

Langaton automaatio avaa uusia mahdollisuuksia – artikkeli.

Kenttälaitesanomien. Helmikuu 2007. Saatavissa

http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/Langaton%20instrumentointi/Emerson%20langattomat%20mittaukset/Artikkelit%20suomeksi/Kentt%84laitesanomien_Kentt%84ikkuna.pdf. Hakupäivä 27.8.2011

Langaton prosessiautomaatio yleistyy – artikkeli. Kunnossapito-lehti.

Toukokuu 2007. Promaint. Saatavissa

<http://www.promaint.net/default.asp?link=692.2541>. Hakupäivä 25.8.2011

Multanen, Jussi 2008. Langattomuus rakennusautomaatiossa. Tutkintotyö.

Tampere teknillinen korkeakoulu. Saatavissa:

<https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/9791/Multanen.Jussi.pdf?sequence=2>. Hakupäivä 1.9.2011

Operating Instructions. Toukokuu 2004. Schildknecht AG. Saatavissa

http://www.schildknecht.info/info-cd/handbuecher/BA_E_Dataeagle_2xxx_3xxx.pdf. Hakupäivä 10.8.2011.

SIMATIC control system PCS7 (V7.1). Maaliskuu 2009. Siemens.

Saatavissa

<http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&lang=en&objid=36194551&caller=view>. Hakupäivä 20.7.2011.

SIMATIC PCS7. Käyttöohjekirja. 2010. Siemens

Wikipedia. 2011. Vapaa tietosanakirja. Langattoman tiedonsiirron historia. Saatavissa http://fi.wikipedia.org/wiki/Langattoman_tiedonsiirron_historia. Hakupäivä 20.8.2011. Hakupäivä 24.8. 2011

Wikipedia. 2011. Vapaa tietosanakirja. Satelliitti. Saatavissa <http://fi.wikipedia.org/wiki/Satelliitti>. Hakupäivä 25.8.2011

Wikipedia. 2011. Vapaa tietosanakirja. Internet. Saatavissa <http://fi.wikipedia.org/wiki/Internet>. Hakupäivä 25.8.2011